

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

До захисту допущено:

В.о.завідувача кафедри

_____ Олександр ОХРІМЕНКО

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Інструментальні системи та
технології формоутворення деталей»**

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

на тему: «Модульний інструмент для точіння та оброблення канавок»

Виконав :

студент III курсу, групи МІ-п71

Гирич Євгеній Сергійович

Керівник:

асистент, к.т.н.,

Парненко Валерія Сергіївна

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Модульний інструмент для точіння та
оброблення канавок»**

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Інструментальні системи та технології формоутворення деталей»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.завідувача кафедри

_____ Олександр ОХРИМЕНКО

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Гиричу Євгенію Сергійовичу

1. Тема проєкту «Модульний інструмент для точіння та оброблення канавок», керівник проєкту Парненко Валерія Сергіївна, а.с., к.т.н., затверджені наказом по університету від «20» 05 2020 р. №1120-С
2. Термін подання студентом проєкту _____
3. Вихідні дані до проєкту Матеріал, що оброблюється – Сталь 45, діаметр деталі 30 мм, ширина канавки 18 мм, глибина 4 мм. Обробка чистова, виконується на верстаті з ЧПК.
4. Зміст пояснювальної записки Аналіз конструкцій токарного інструменту для точіння та оброблення канавки на верстатах з ЧПК. Розробка конструкції державки та змінних картриджів. Технологія процесу виготовлення інструменту. Вибір та розробка технологічного пристосування. Аналіз прикладених сил під час обробки. Розробка керуючої програми для верстатів з ЧПК.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Аналіз конструкцій токарного інструменту для оброблення канавок та точіння на верстатах з ЧПК.

Робоче креслення державки та змінних картриджів. 3D модель інструменту. Операції технологічного процесу. Пристосування для обробки пазу під змінні картриджі та 3D модель. Керуюча програма для верстата з ЧПК. Аналіз прикладених сил під час обробки.

6. Дата видачі завдання 06.03.2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналіз конструкцій		
2	Розробка конструкції державки та змінних картриджів		
3	Технологія виготовлення		
4	Вибір та розробка технологічного пристосування		
5	Розробка КП для верстатів з ЧПК		
6	Аналіз прикладених сил		

Студент

Євгеній ГИРИЧ

Керівник

Валерія ПАРНЕНКО

Олександр Охріменко

Від "___" _____ 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Модульний інструмент для тогіння та оброблення канавок
Зміст проекту	Розроблення конструкції модульного різця
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none">1. Матеріал деталі - Сталь 452. Параметри деталі, що обробляється:<ul style="list-style-type: none">- $\varnothing 30$ мм, $L = 40$ мм; $R_a 1,6$- глибина канавки 4 мм- ширина канавки 18 мм- обробка - чистова3. Матеріал державки Сталь 40Х4. Підведення охолоджувальної рідини - внутрішнє5. Верстат з ЧПК
Особливі вимоги	

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Конструкція модульного інструменту для тогіння та оброблення канавок зі змінними картриджасами
ОП	1. Робоче креслення деталі 2. Робоче креслення змінних картриджів 3. 3D модель інструменту 4. Складальне креслення
ТС	Технологічні операції: - токарна обробка канавок для цанги - фрезерна обробка хвостовика, робочої частини деталі - свердління отвору для подачі МОР - шліфування хвостовика
СК	Конструкція пристосування для фрезерування пазу під змінні картриджі 3D модель
СП	Розробка КП для верстата з ЧПК
НУ	Аналіз прикладених сил під час обробки
Студент <u>Гуриг В. В.</u> дата "___" ____ 20__ р. Викладач <u>Гарненко В. В.</u> дата "___" ____ 20__ р.	

Прийняті позначення:

СП – стан питання.
ОП – об'єкт проектування.
ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.
СП – спеціальна складова.
НУ – наукова складова.

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена розробці конструкції модульного інструменту для точіння та оброблення канавок на верстаті з ЧПК.

Модульні конструкції різців застосовуються для токарної обробки тіл обертання. Можливість швидкого переналагодження дає перевагу у використанні такого інструменту в умовах автоматизованого виробництва. Використання змінних картриджів дає змогу зміни параметрів інструменту та види токарних робіт без заміни державки.

В результаті аналізу видів токарного інструменту, який використовується на верстатах з ЧПК, було прийнято конструкцію модульного різця, що складається з державки та змінних картриджів. Різальний елемент в змінному картриджі кріпиться механічним способом за допомогою гвинта. Кріплення картриджів з державкою відбувається за рахунок гвинтового з'єднання.

В спеціальній частині роботи було розроблено керуючу програму для верстатів з ЧПК 16K20Ф3 та HAAS UMC-750.

В науковій складовій проекту, в програмному середовищі Fusion 360 був проведений аналіз сил, які діють на інструмент під час обробки, завдяки якому було розраховано допустимі максимальні навантаження з якими може впоратися інструмент.

Ключові слова: модульний інструмент, змінний картридж, точіння, оброблення канавок, різальна пластинка, технологічний процес, режими різання.

ANNOTATION

Work is devoted to development of a design of the modular tool for turning and grooving on the CNC machine.

Modular designs of cutters are applied to turning of bodies of rotation. Opportunity fast gives to readjustment advantage in use of such tool in the conditions of the automated production. Uses of replaceable cartridges allows changes of parameters of the tool and types of turning works.

As a result of the analysis of types of the turning tool which is used on CNC machines it was accepted a design of a modular cutter, consisting of a holder and replaceable cartridges. The cutting element in variable cartridges fastens mechanically by means of the screw. Fastenings of cartridges to a holder there is at the expense of screw connections.

In a special part of work it was developed the operating program for CNC machines.

In a scientific component of the project, in program to the Fusion 360 environment the analysis of forces which work in the tool during processing thanks to which it was calculated the permissible maximum loads with which the tool can cope was carried out.

Keywords: modular tool, a replaceable cartridge, turning, processing of flutes, the cutting plate, technological process, cutting modes.

Зміст

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТОКАРНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ТОЧІННЯ ТА ОБРОБЛЕННЯ КАНАВКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК.....	10
1.1 Основні вимоги до токарного інструменту для верстатів з ЧПК.....	10
1.2 Інструмент для точіння та оброблення канавок на верстатах з ЧПК.....	11
1.3 Види кріплення модульних головок.....	15
1.3.1 Хвостовик типу Capto.....	15
1.3.2 Хвостовик типу HSK.....	17
1.4 Використання MOR.....	18
1.5 Кріплення пластин.....	19
1.6 Модульна система з змінними картриджами.....	23
2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ.....	25
2.1 Опис конструкції.....	25
2.2 Принцип роботи.....	26
2.3 Обґрунтування параметрів.....	27
2.3.1 Вибір матеріалу об'єкту.....	27
2.3.2 Матеріал різальної частини.....	28
2.4 Геометричні параметри.....	30
2.5 Конструкція змінних картриджів.....	32
3. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ.....	34
3.1 Поняття виробничого та технологічного процесу.....	34
3.2 Вибір заготовки.....	35
3.3 Базовий маршрут обробки.....	35
3.4 Технологічний процес виготовлення державки.....	36
3.5 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	39
3.6 Розрахунок режимів різання.....	40

					ДПБ. ММІ. МІ-п7102			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гирич Є.С.			Модульний інструмент для точіння та оброблення канавок	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Парненко В.С.						
Н. Контр.						НТУУ КПІ ім. І.Сікорського		
Затверд.		Парненко В.С.						

ВСТУП

В сучасних умовах розвитку машинобудування, не можливо представити конкурентоспроможне виробництво без застосування прогресивно-технологічного обладнання, високопродуктивного вимірювального та різального інструменту. Однією з основних проблем виробництва, являється економічна ефективність. Збільшення кількості виготовлення деталей за певну одиницю часу без втрати якості продукції – зменшує собівартість кінцевого виробу. Впоратися з такою задачею, допомагає впровадження гнучких, автоматизованих систем у виробництво, а саме верстатів з числовим програмним керуванням.

Ефективність застосування такого обладнання значною мірою зростає за рахунок використання відповідного інструменту, до якого пред'являються більш жорсткі вимоги. Саме використання модульних систем інструменту, позитивно впливає на продуктивність роботи за рахунок зменшення часу на переналагодження. Окрім цього, використання змінних картриджів дає можливість зміни параметрів різального інструменту без заміни самої державки, що також впливає на собівартість кінцевого продукту.

В зв'язку з цим, згідно з технічним завданням – було розроблено конструкцію модульного інструменту для точіння та оброблення канавок. Для виготовлення цього інструменту був розроблений технологічний процес, розраховано припуски та режими різання, що застосовується в процесі виготовлення державки модульного інструменту. Підібрано та модернізовано пристосування, яке використовується в процесі її виготовлення. В програмному середовищі Fusion 360 було проведено аналіз напружено-деформованого стану, завдяки якому було розраховано допустимі максимальні навантаження з якими може впоратися інструмент. Також в програмному середовищі Fusion 360, за допомогою створеної 3Д моделі потрібного профілю та геометричних параметрів, заданих режимів різання та потрібного інструменту, було створено код керуючої програми, який в подальшому використовується для завантаження його в пам'ять верстату з ЧПК.

						Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТОКАРНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ТОЧІННЯ ТА ОБРОБЛЕННЯ КАВКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

1.1 Основні вимоги до токарного інструменту для верстатів з ЧПК

В сьогоденнішніх реаліях виробництва, одною з головних вимог являється можливість автоматизації виробництва. З цією метою використовують верстати з ЧПК. Головною перевагою верстатів з ЧПК являється:

- сталість процесу обробки;
- гнучкість, а саме можливість швидкого переналагодження ;
- висока геометрична точність оброблювальних деталей;
- швидкість переналагоджування.

В верстатах з ЧПК застосовують різальний інструмент загального призначення, тобто інструмент, який зазвичай використовують на верстатах з ручним керуванням. Але до інструменту , який застосовується на верстатах з ЧПК, пред'являють більші вимоги по жорсткості, якості заточки, взаємозамінності, зносостійкості і т.д [1].

Для забезпечення всіх переваг верстатів з ЧПК, високі вимоги застосовуються також до різального інструменту що використовується під час обробки та повинен відповідати таким вимогам:

- сталість різальних властивостей;
- правильно формування та відведення стружки;
- універсальність використання;
- швидке переналагодження та зміна затупленої різальної частини;
- забезпечення необхідною точністю.

При використанні різального інструменту на токарних верстатах з ЧПК виникають проблеми з часом, який витрачається на переналагодження інструменту з незмінними елементами різання та його потребою зняття з верстату для подальшого заточування. Рішенням цієї проблеми являється

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

використання збірних різців зі змінними пластинами. Перевагою яких є відсутність потреби постійного переточування різця. Після затуплення робочої частини, необхідно лише перевернути пластину, тим самим замінивши одну, зношену грань на іншу, яка не була в експлуатації. За рахунок цього забезпечується висока точність та якість обробки, задовільне дроблення стружки та економна витрата дефіцитних матеріалів, що є більш економічно доцільним [2].

Однак, при повороті пластини, вершина різальної частини може змінити положення відносно попередньої на величину до 0,2 мм. Для попередження браку під час повороту пластини слід на пульті керування верстатом вводити корекцію вихідного положення супорту. Використовуючи такі коректори положення, отримують розміри, які знаходяться в полі допуску, при цьому не знімаючи різцевий блок з верстату для підналагодження в пристосуванні. Це забезпечує роботу інструменту, виконуючи заміну лише твердосплавних пластинок [1].

1.2 Інструмент для точіння та оброблення канавок на верстатах з ЧПК

Широкого застосування на верстатах з числовим програмним керуванням для обробки деталей різних форм та розмірів набув інструмент для точіння та оброблення канавок. Конструкції такого інструменту передбачає установку змінних різальних пластин, а міцне механічне кріплення дозволяє обробляти деталі на більших оптимальних режимах різання.

На сьогоднішній день, провідні виробники інструменту пропонують різці певної серії, які дозволяють виконувати велику кількість операцій, таких як точіння, відрізання, нарізання глибоких та мілких канавок, розточування а також обробку торцевих канавок та торцеве точіння. Завдяки такій багатофункціональності, одним канавковим різцем можливо замінити декілька інструментів для точіння [3].

						Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На даний момент існують такі основні модифікації різців для точіння та оброблення канавок:

- Різці зі змінними пластинами;
- Інструментальні блоки з лезами;
- Модульна система;
- Різцеві головки.

Розглянемо наступні типи різців для точіння та оброблення канавок.

Блок з лезами для оброблення канавок та відрізки (Рис. 1.1) рекомендовано застосовувати при переривчастому відрізанні заготовок великих діаметрів [4].

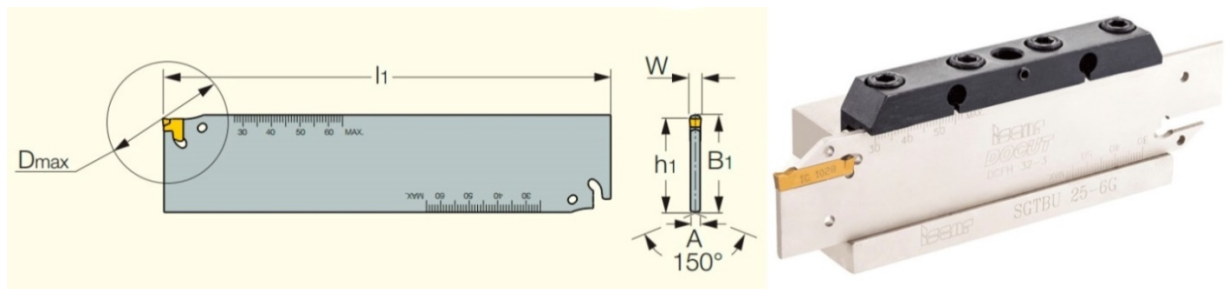


Рисунок 1.1 - Блок з лезами для обробки канавок та відрізки фірми ISCAR

Максимальна робоча довжина леза може сягати 100 мм. Такі державки можуть бути як в односторонньому так і двосторонньому виконанні. Ширина змінної пластини, що встановлюється може варіюватися в діапазоні від 1,4 мм до 8 мм. Максимальний діаметр заготовки, що відрізається 80 мм [3].

Даний інструмент складається з трьох складових:

- Блок для закріплення леза;
- лезо;
- різальний елемент.

В корпус леза встановлюється зміна пластинка з твердого сплаву. Затиск відбувається за рахунок клина. В свою чергу, лезо встановлюється в

						Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

стандартний блок. Конструкція такого інструменту передбачає можливість зміни глибини різання за рахунок регулювання вильоту леза [4].

Головною перевагою являється можливість оброблення глибоких канавок та відрізання деталей великого діаметру, однак недоліком являється обмеження лише двома операціями: відрізання та точіння канавки.

Модульна система збірного різця (Рис. 1.2) дозволяє встановлювати різні картриджі в одне посадкове місце державки різця, таким чином зменшується кількість різців на складі та номенклатура в технологічних процесах виготовлення деталей [3].

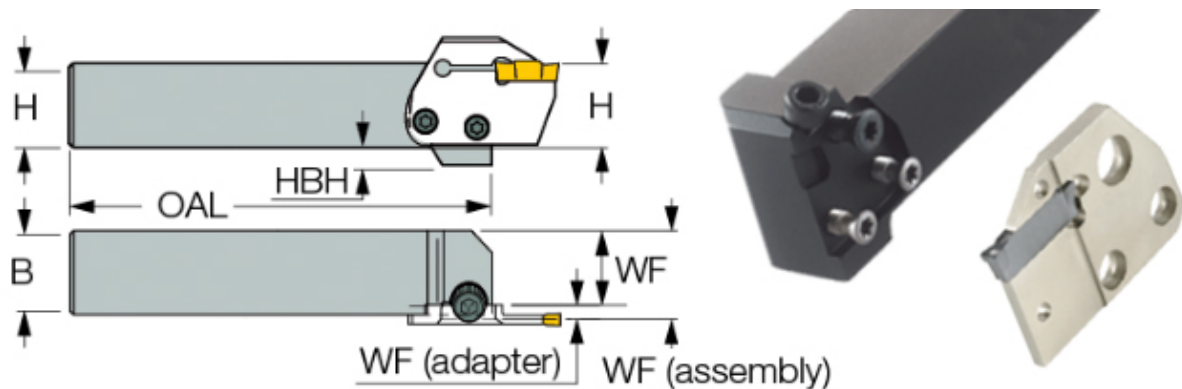


Рисунок 1.2 - Модульна система збірного різця зі змінними картриджами фірми TaeguTec

Державки модульних різців виготовляються прямокутної форми з перетином стандартних розмірів: 20x20 мм, 25x25 мм та 32x32 мм.

Встановлення такого інструменту відбувається в різцетримачі та закріплюється за допомогою гвинтового зажиму. Твердосплавна пластинка кріпиться в змінному картриджі, який в свою чергу базується та закріплюється в державці.

Перевага такої системи полягає в можливості встановлювання змінних картриджів для точіння та оброблення канавок. Таким чином, досягається можливість регулювання параметрів різання та виду обробки без заміни самої державки інструменту. Наприклад, за допомогою одного картриджа

					Лист
					13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

виконується обробка за зовнішній циліндричній поверхні та прорізування канавок, а за допомогою другого – обробка торцевої поверхні та прорізування канавки на торці деталі. Недоліком такої системи являється необхідність проведення корегування величини вильоту інструменту під час зняття його з різцетримача.

Державка модульного інструменту для точіння та обробки канавок може бути виконаною як традиційної прямокутної форми, так і у формі модульної головки (Рис. 1.3) . Модульна головка поєднує в собі державку та хвостовик, за допомогою якого встановлення інструменту в адаптер або безпосередньо в револьверну головку верстату.

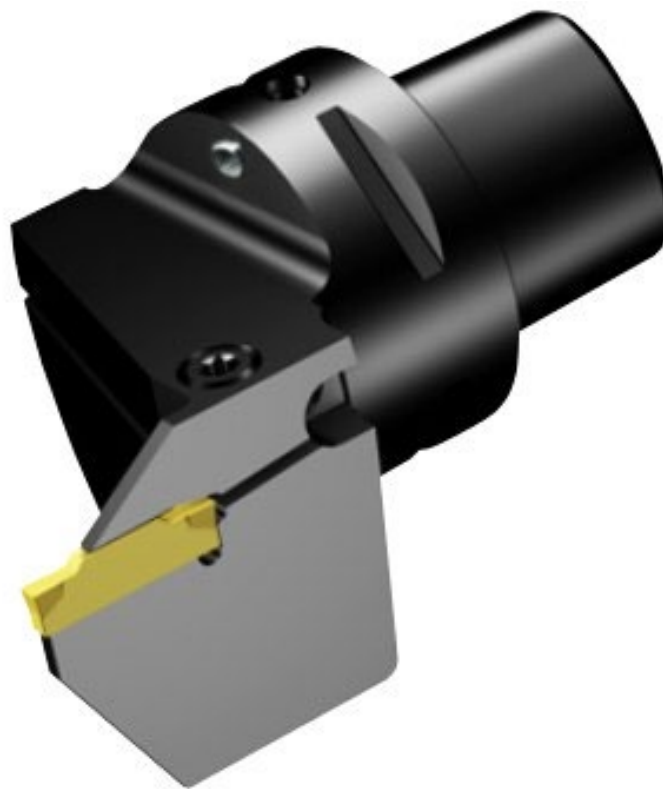


Рисунок 1.3 - Модульна головка фірми SANDVIK

Перевагою такого типу інструменту являється можливість швидкого встановлення та зняття з верстату для налагодження інструменту та можливість сприйняття великих навантажень. За рахунок хвостовика значною мірою зменшується час на переналагодження верстату, оскільки він забезпечує високу повторюваність та постійність базування.

						Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Види кріплення модульних головок

Для закріплення інструменту використовують інструментальні державки та різцеві оправки. Одним з головних критеріїв закріплення інструменту є надійність та постійність базування. Кріплення модульних головок можливе як на оправках так і безпосередньо до інструментального блоку верстату.

В реаліях виробництва нашого часу, закріплення та базування модульної головки можливо виконати як за допомогою гвинтового з'єднання так і за допомогою хвостовика. В свою чергу, найбільшого поширення хвостового з'єднання отримали хвостовики типу Capto та HSK.

1.3.1 Хвостовик типу Capto

Даний тип хвостового з'єднання був розроблений компанією Sandvik Coromant та увійшов у міжнародний стандарт ISO 26623 [5].

Висока точність даного з'єднання та можливість до само центрування забезпечує повторюваність позиціювання в межах 2 мкм при закріпленні однієї і той же різцевої головки в одному і тому же тримачі [6].

Це дозволяє виконувати попереднє налагодження інструменту за межами верстату, що є великою перевагою при багатосерійному виробництві або при заміні комплекту інструменту для обробки нової партії деталей [6].

Даний тип хвостовика в перерізі представляє собою трикутник з округленими краями та витягнутими сторонами. Кут поверхні посадки взятий аналогічно конусу Морзе. Використання такої форми не дає конусу повернутися в гнізді, забезпечуючи необхідне само заклинювання [5].

Трьохгранний профіль хвостовика з великою площею контакту забезпечує передачу крутного моменту без застосування допоміжних елементів, таких як штифт або шпонка, що дає змогу передачі великого крутного моменту[6].

					Лист 15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

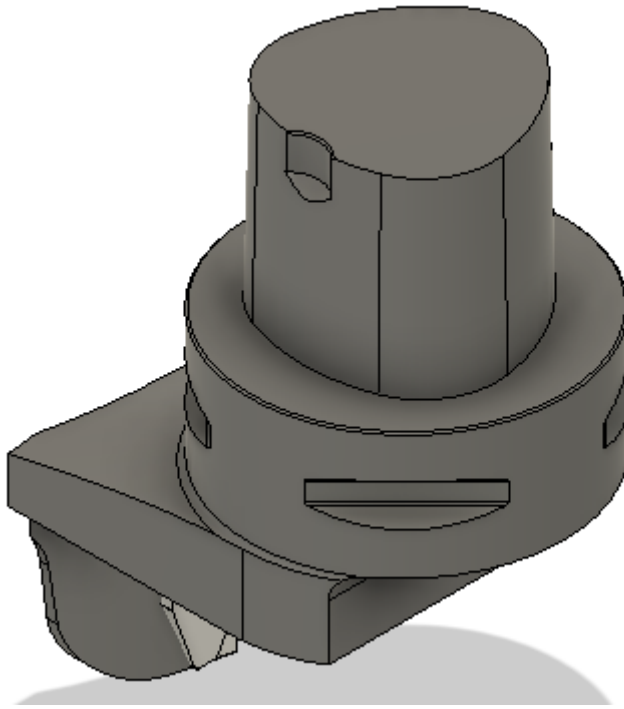


Рисунок 1.4 - Хвостовик типу Capto

Головна перевага посадки Capto — жорсткість з'єднання. Деякі виробники верстатів, такі як WFL та Mazak, оцінивши можливості та переваги інтерфейсу Capto, почали інтегрувати його в базовий шпиндель верстату. Залежно від розміру з'єднання, Capto мають позначення від C3 до C10, де цифра означає типорозмір інтерфейсу [5].

Система закріплення полягає в використанні пелюсткової цанги з сегментами, зміщення яких відбувається за рахунок руху центральної тяги. При закріпленні, зовнішні частини сегментів потрапляють в внутрішню канавку різцевої головки та закріплюють її на державці. В деяких конструкціях державок замість пелюсткової цанги використовується звичайний центральний гвинт [6].

Однак, не зважаючи на всі плюси, дана конструкція має і мінуси, одним з яких являється не відповідність до вимоги концентрації зношення. Тобто, під час перевищення навантаження на шпиндель, скоріш згорить шпиндель але Capto не повернеться [5].

						Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3.2 Хвостовик типу HSK

Також широкого застосування набуло з'єднання з використанням конусу HSK, який використовується у фрезерних оброблювальних центрах і особливо в токарно-фрезерних центрах. Таку систему кріплення інструменту використовують в шпинделях як з автоматичною, так і з ручною заміною інструменту.

Головними перевагами HSK-з'єднання є:

- автоматична заміна інструменту;
- не велика вага;
- висока точність виготовлення;
- можливість застосування на верстатах з над високою швидкістю обертання шпинделя.

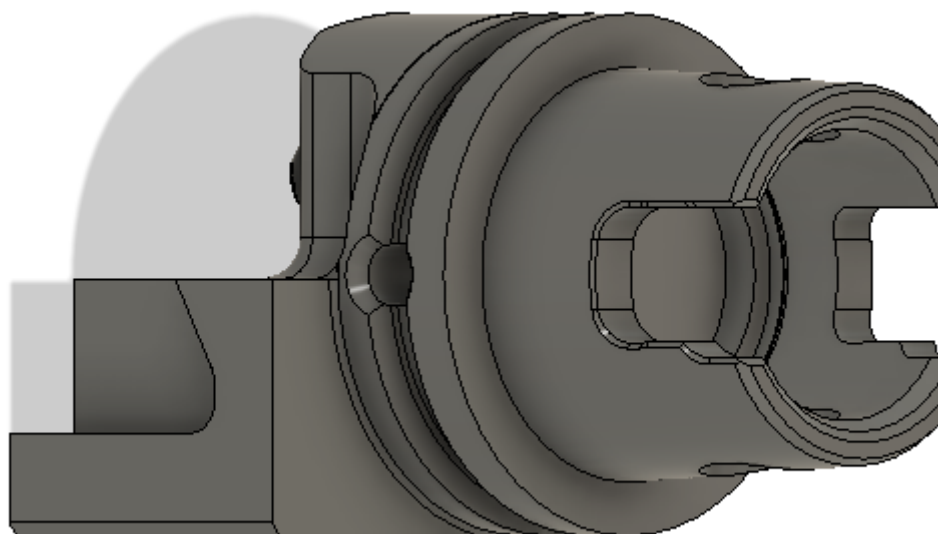


Рисунок 1.5 - Хвостовик типу HSK

Для виробництва даного типу хвостовиків пред'являються високі вимоги до матеріалу виготовлення. Оскільки пружне, порожнисте тіло хвостовика має менші розміри та працює під більшим навантаженням. Тому, технології виготовлення, які застосовуються для звичайних конусних оправок являється

однією з основних причин короткого строку служби інструменту та не стабільної роботи в умовах високошвидкісної обробки [7].

Недоліком даної конструкції в порівнянні з хвостовиками типу Capto є значно менша жорсткість при згинаючому та крутному моменті.

1.4 Використання МОР

Різнання являється складним фізичним процесом, при якому виникають пружні та пластичні деформації. Використання мастильно-охолоджувальних рідин при обробці різанням значно зменшують сил різання та зношення ріжучого інструменту, покращують якість обробленої поверхні та збільшують експлуатаційні характеристик деталей [8].

Ефективність дії МОР значною мірою залежить від способу підводу в зону різання.

Найбільш поширеним способом подачі МОР являється полив вільним струменем. Однак такий метод подачі рідини в зону різання являється малоефективним і має наступні недоліки:

- Велика витрата рідини;
- Розбризування рідини;
- Недостатня змащувальна дія.

Більш ефективним являється охолодження під високим тиском. Зі збільшенням робочого тиску охолоджувальної рідини і як наслідок збільшення інтенсивності відведення тепла, відбувається збільшення строку служби інструменту.

Подача МОР під високим тиском являється обов'язковою складовою для більшості сучасних верстатів: токарних та багатоцільових верстатів, а також оброблювальних центрів. В результаті такого способу відбувається вимивання стружки та більш інтенсивніша змащувально-охолоджувальна дія, що дає

					Лист 18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

змогу збільшити швидкість різання або подачу для збільшення продуктивності [9], [10].

На токарних верстатах з ЧПК, з використанням трубки для підведення МОР можуть виникати проблеми подачею рідини саме в зону різання через незадовільного дроблення стружки що несе за собою потребу постійного корегування і як наслідок зупинки роботи верстату. Рішенням такої проблеми являється використання державок з високоточними соплами підводу МОР від інструменту до ріжучої кромки [10].

Підключення інструменту до системи подачі охолоджуючої рідини верстату може бути виконане шляхом:

- Подача МОР через шланг;
- Подача МОР безпосередньо через інструментальний блок.

1.5 Кріплення пластин

Пластини кріпляться до державки пайкою або механічним кріпленням. Закріплення пластин з твердого сплаву методом пайки дає можливість отримати компактні конструкції різців та отримання оптимальних значень геометричних параметрів та характеризується ефективним використанням твердого сплаву завдяки багаторазової переточки. Однак, схема такого кріплення має деякі недоліки, а саме: поява внутрішніх термічних напружень, що несе за собою негативні наслідки; значні витрати матеріалу різальної частини під час переточування зношених поверхонь; обмежений строк служби державки; незадовільний час переналагодження, що є критично для верстатів з ЧПК.

Щоб уникнути цих проблем, доцільно застосовувати змінні багатогранні пластини з твердого сплаву, які механічно кріпляться до корпусу інструменту та надають можливість швидкої заміни пластини при затупленні різальної кромки. Інструменти зі змінними пластинами мають наступні переваги:

						Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Більша міцність та стійкість;
- Використання на одній державці пластин різного виду;
- Менший час при заміні та налагодження;
- Можливість нанесення зносостійких покриттів
- Можливість повернення пластин на переробку.

Для сучасних відрізних та канавкових різців можна виділити наступні види механічного кріплення змінної твердосплавної пластини:

- Бокове закріплення
- Верхнє закріплення гвинтом
- Закріплення пружним елементом

Закріплення змінної пластини пружним елементом (Рис. 1.6) відбувається за рахунок сил пружної деформації стінки пазу. За рахунок компактного розміру та відсутності кріпильних гвинтів такий тип кріплення має можливість застосовуватись для прорізання глибоких канавок та відрізання заготовок великих діаметрів. Оскільки такий тип кріплення твердосплавної пластини обмежується силою прижиму пружного елемента державки, тому головним недоліком такого типу кріплення являється не можливість застосування інструменту для точіння в радіальному напрямку

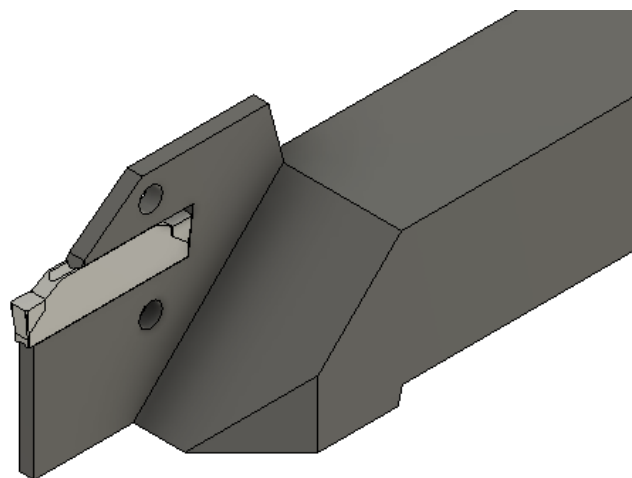


Рисунок 1.6 - Кріплення пружним елементом

Для забезпечення точності та постійності базування твердосплавних пластин з однією або двома кромками, спеціальні форми кріпильних та базуючих поверхонь. Кріпильні та опорні елементи державки мають V-подібну форму впадини. Натомість, тіло твердосплавної пластинки — опуклу. За рахунок такої конструкції відбувається самоцентрування пластини в тілі державки як це показано на Рис. 1.7 . Також можливий дзеркальний варіант опуклих поверхонь пластини.

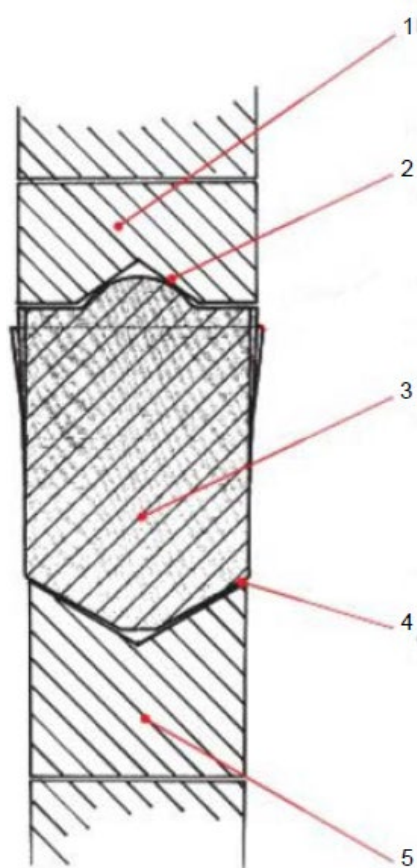


Рисунок 1.7 - Схема кріплення державки з пластиною в розрізі

1. Верхня частина державки
2. Точка контакту верхнього прихвату з пластиною
3. Ріжуча пластина
4. Поверхня контакту призматичного гнізда з пластиною
5. Нижня частина державки.

Верхнє закріплення з гвинтом (Рис. 1.8) набуло найбільшого поширення, оскільки за рахунок гвинтового з'єднання забезпечуються потрібні сили затиску різального елемента. Це дає змогу використовувати канавковий різець як для проточки канавки так і для оброблення зовнішньої поверхні в радіальному напрямку. Недоліком такої конструкції являється використання допоміжних кріпильних елементів, що призводить до збільшення габаритних розмірів.

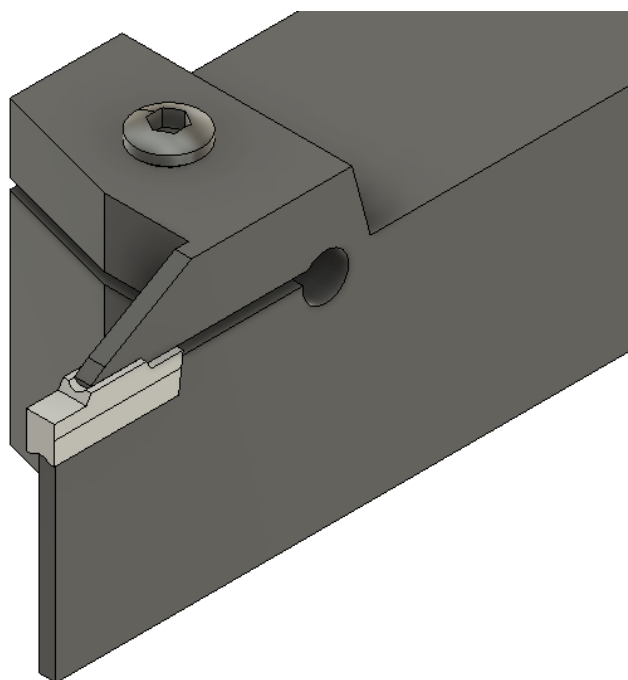


Рисунок 1.8 - Верхнє кріплення прихватом за допомогою гвинта

Для кріплення багатограних твердосплавних пластин, що мають в собі отвір, використовують бічний тип кріплення (Рис. 1.9). За допомогою гвинта вони кріпляться бічною стороною до корпусу державки інструменту. Базування пластини відбувається по отвору та спеціальних бокових площинах, що забезпечують постійність базування та надійність кріплення. Головною перевагою використання таких пластин являється можливість сприйняття великих сил різання та можливість використання трьох і більше граней пластин, при пошкодженні однієї з граней різальної частини можливе використання іншої, не пошкодженої різальної частини. Однак, через таку схему кріплення пластин виникає головний недолік — обмеження глибини

проточування канавок та відрізання, що обмежується величиною вильоту різальної вершини за головку різця.

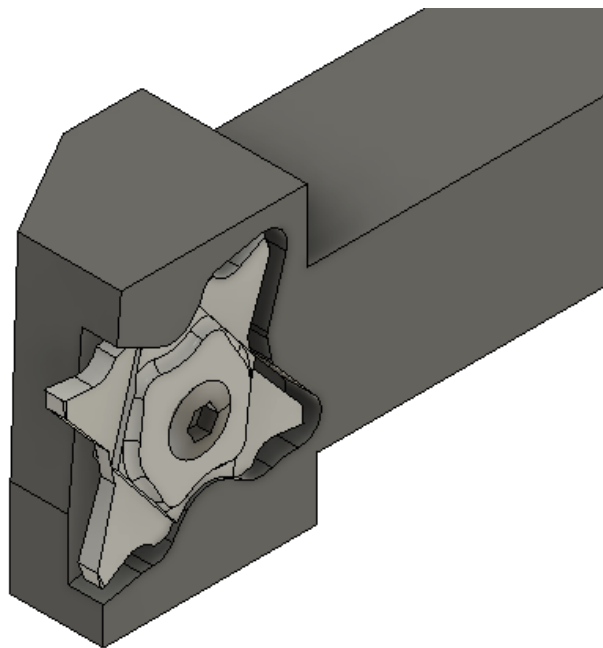


Рисунок 1.9 - Схема з боковим кріпленням пластини

1.6 Модульна система з змінними картриджами

У результаті проведеного аналізу конструкцій токарного інструменту для точіння та оброблення канавки було вирішено обрати модульну головку в поєднанні зі змінними картриджами. В якості хвостової частини державки було обрано хвостовик типу Capto, що дає можливість швидкого та надійного закріплення інструменту в револьверній головці верстату з можливістю автоматичного кріплення.

Поєднання змінних картриджів дає змогу кріплення твердосплавних пластин з різними параметрами та для різного призначення, за рахунок чого відбувається зміна параметрів інструменту без заміни самої державки. Закріплення та базування картриджів в тілі державки відбувається за допомогою гвинтів, що забезпечує високу точність базування та надійність кріплення.

Вибрана конструкція передбачає в собі можливість подачі мастильно охолоджувальної рідини від револьверної головки в зону різання через тіло державки, що дає можливість відмовитись від подачі МОР шляхом використання трубки.

						Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ

2.1 Опис конструкції

Обрана конструкція державки токарного інструменту для точіння та оброблення канавки поєднує в собі таких об'єктів як модульна головка, яка вбачає в собі кріплення змінних картриджів та хвостовика типу Capto.

Тіло головки передбачає в своїй конструкції паз для встановлення змінних картриджів, в яких кріпиться різальний елемент – змінна твердосплавна пластинка. Оскільки різальна пластина являється об'єктом, що сприймає основні навантаження в процесі оброблення деталі, вона має властивість зношення, тому її кріплення є механічним. Таке рішення передбачає швидку заміну зношеного елемента на новий. Кріплення картриджів відбувається механічним методом, а саме за допомогою гвинтового з'єднання.

Наявність на зовнішньому діаметрі державки пазів, дає можливість автоматичної заміни інструменту.

Хвостовик забезпечує жорстке та надійне кріплення інструменту в різцевому блоці, який в свою чергу кріпиться в револьверній головці верстату. За рахунок трьохгранного хвостовика та конусу подібного до Морзе, відбувається надійне закріплення інструменту та висока повторюваність базування. Наявність в тілі хвостовика канавок, дає змогу автоматичного кріплення державки в різцевому блоці за рахунок пелюсткової цанги, яка забезпечує необхідне заклинювання.

Подача мастильно-охолоджувальної рідини відбувається від револьверної головки в зону різання через тіло державки, що дає можливість відмовитись від подачі мастильно-охолоджувальної рідини шляхом використання зовнішньої трубки. Для забезпечення необхідного напрямку подачі мастильно-охолоджувальної рідини використовується направляюча форсунка, яка

						Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

забезпечує можливість направлення охолоджуючої рідини безпосередньо в зону різання .

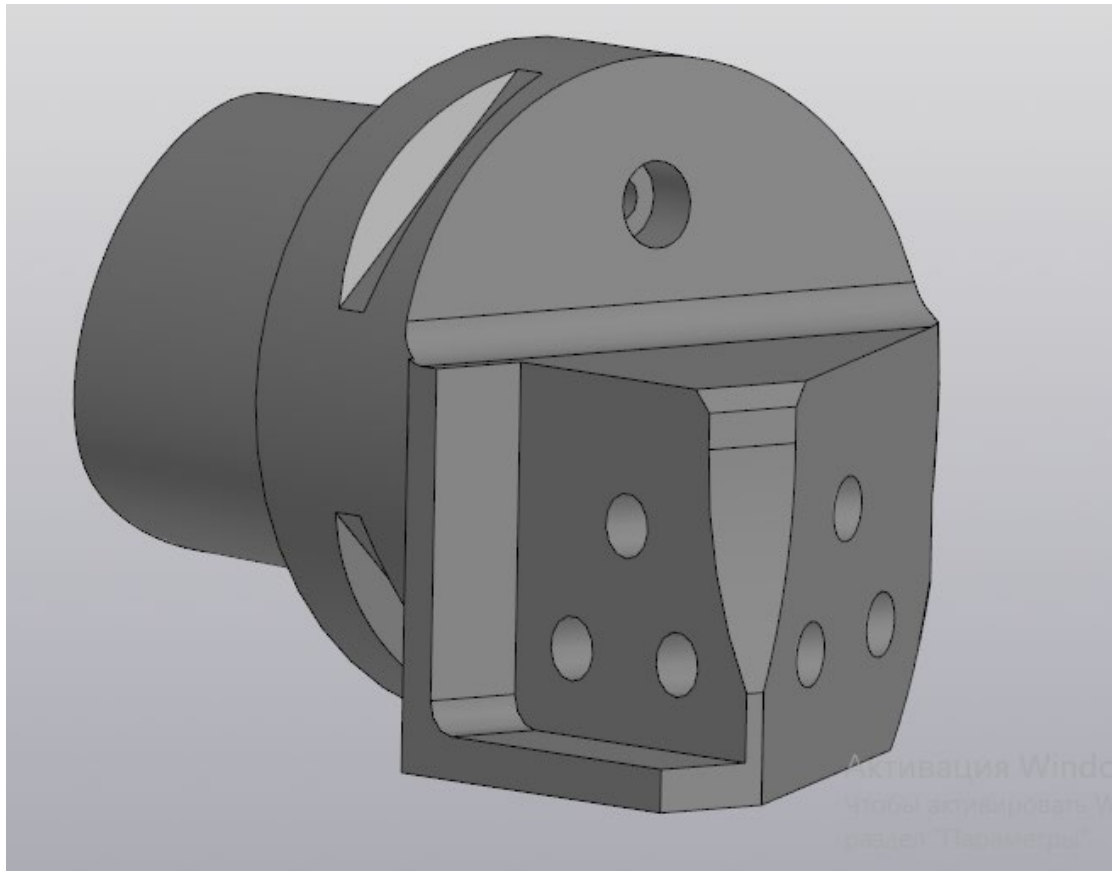


Рисунок 2.1 - Конструкція державки

2.2 Принцип роботи

Дана різцева головка призначена для обробки деталей з використанням операцій зовнішнього точіння, відрізання та проточування канавок за допомогою використання токарних верстатів, токарних центрів та багатоцільових верстатів.

Встановлення інструменту в робочий орган верстату відбувається за допомогою хвостовика в різцевий блок револьверної головки, який відповідає даному типорозміру хвостовика або безпосередньо в саму револьверну головку, якщо вона передбачає можливість такого типу кріплення. Базування відбувається по бічним сторонам хвостовика, що забезпечує високу точність базування та жорсткість кріплення. Необхідна сила затиску забезпечується за

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

допомогою цангового затиску різцевого блоку, який приводиться в дію шляхом використання динамометричного ключа.

До робочої частини державки кріпиться змінний картридж. Необхідна сила затиску картриджа забезпечується за допомогою використання трьох стандартних гвинтів, які проходять через тіло картриджа та вгвинчуються в тіло державки.

Процес оброблення відбувається за допомогою різального елементу – змінної твердосплавної пластинки, кріплення та базування якої відбувається механічним шляхом безпосередньо в змінному картриджі. Необхідна сила затиску забезпечується за допомогою гвинта.

2.3 Обґрунтування параметрів

2.3.1 Вибір матеріалу об'єкту

Вибір матеріалу, з якого виготовляється певний інструмент залежить від його області застосування, призначення та конструкції.

Для виготовлення державок різців, як правило, застосовують вуглецеві сталі марок Сталь 40, Сталь 45 та Сталь 50 або леговані конструкційні сталі марок Сталь 40Х або Сталь 45Х [11].

Корпус державки доцільно виготовляти з сталі марки Сталь 40Х, оскільки з додаванням такого легованого елементу як Хром, значною мірою зростають наступні механічні властивості: твердість, ударна в'язкість, стійкість до утворення корозії, високу теплостійкість. За рахунок збільшеної твердості матеріалу зменшується зношення деталі, що позитивно відображається на працездатності та довговічності інструменту.

Для поліпшення властивостей матеріалу можливе використання термічної обробки.

Вміст хімічних елементів Сталі 40Х наведено в табл. 2.1

						Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 2.1 – Вміст хімічних елементів

Хімічний елемент	Вміст , %
Вуглець (C)	0,35-0,44
Хром (Cr)	0.8-1.1
Марганець (Mn)	0,5-0,8
Нікель (Ni)	до 0,3
Мідь (Cu)	до 0,3
Фосфор (P)	до 0,035
Кремній (Si)	0,17-0,37

Механічні властивості Сталі 40Х після проведення термічної обробки наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Механічні властивості Сталі 40Х залежно від перерізу [12]

Переріз, мм	$\sigma_{0.2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	Відносне звуження, %	Твердість, НВ
101-200	490	655	45	212-248
201-300	440	635	40	197-235
301-500	345	590	38	174-217

2.3.2 Матеріал різальної частини

Важливою складовою в проектуванні інструменту являється вибір матеріалу робочої частини. Оскільки одним з фактором при призначенні режимів різання під час обробки деталі є матеріал різальної частини, тому значну увагу слід приділити до підбору матеріалу, з якого виготовляються робоча частина інструменту.

До матеріалів які застосовуються у виготовленні робочої частини застосовуються ряд вимог.

Твердість — твердість робочої частини повинна бути більшою за твердість матеріалу, що оброблюється.

Теплостійкість — при нагріванні матеріал не повинен втрачати свої механічні властивості.

Теплопровідність — задовільне відведення тепла, від зони різання, що виникає під час оброблення.

Міцність — матеріал робочої частини повинен мати достатню в'язкість, щоб чинити опір при сприйнятті значних сил різання, при цьому не викришуватись.

Зносостійкість — матеріал повинен чинити опір до стирання, яке виникає під час сходу стружки по передній поверхні пластинки та за рахунок тертя об поверхню різання.

На сьогоднішній день матеріал робочої частини для токарних різців поділяються на такі групи: швидкорізальні сталі, твердий сплав або металокераміка.

Різальні елементи токарного інструменту, які виготовленні із швидкорізальної сталі значною мірою не задовольняють вимоги, які диктуються режимами різання при точінні. Одним з недоліком являється мала красно стійкість.

Використання таких матеріалів як металокераміка хоть і володіє високою красно стійкістю, але має головний недолік - недостатня міцність, що обмежує область їхнього застосування.

Оптимальним варіантом застосування різальних елементів на верстатах токарної групи є використання вольфрамових та титано-вольфрамових твердих сплавів.

						Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

За хімічним складом тверді сплави можна розділити на 4 групи :

- Однокарбідні (вольфрамові)
- Двокарбідні (титановольфрамові)
- Три карбідні (титанотанталовольфрамові)
- Безвольфрамові

Однокарбідні тверді сплави застосовують при обробці крихких матеріалів. Двокарбідні для обробки більш в'язких матеріалів таких як сталь та латунь. Трикарбідні для грубої на чорновій обробки.

Оскільки оброблення буде відбуватись для матеріалу зі сталі , в подальших розрахунках буду використовувати двокарбідні тверді сплави групи ТК.

2.4 Геометричні параметри

Важливу роль в виборі твердосплавної пластини грає її геометрія та тип стружколому, що застосовується. Було розглянуто двогранні пластини для зовнішнього точіння, обробки канавок та відрізання таких фірм як TaeguTec, Tungaloy та Walter.

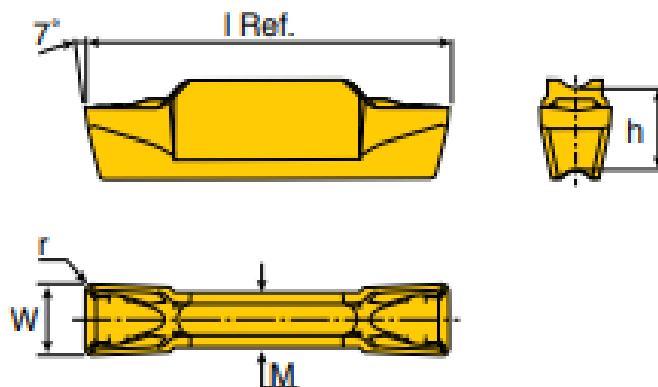


Рисунок 2.2 – Пластина серії TDXU-E від TaeguTec

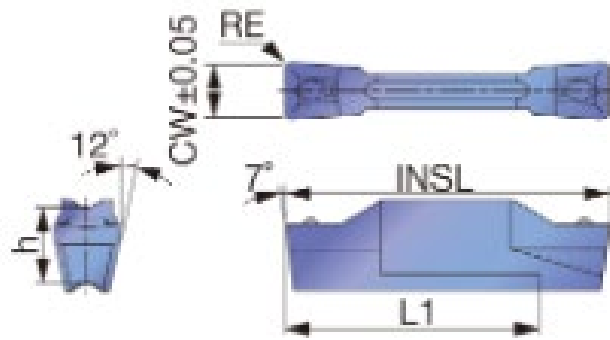


Рисунок 2.3 – Пластина серії DTF від Tungaloy

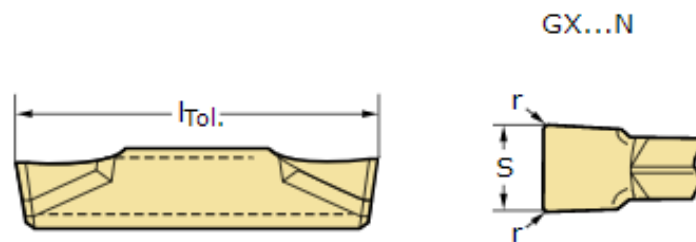


Рисунок 2.4 – Пластина серії GX від Walter

Фірма TaeguTec пропонує пластини універсального застосування у вигляді шести стружколомів: T, A, G, U для стандартних пластин та M, P для пластин малого розміру [13].

Пластини зі стружколомом типу «Т» застосовуються для нарізання канавок та точіння сталі. Пластини з таким типом стружколому мають центральний стружкоруйнуючу ділянку для відведення стружки в різних напрямках [13].

Пластини зі стружколомом типу «А» призначені для обробки алюмінієвих колесних дисків [13].

Пластини зі стружколомом типу «G» не мають стружколомаючої геометрії на різальній кромці. Застосування пластин з таким типом стружколому застосовуються для обробки чавуну [13].

Пластини зі стружколомом типу «U» мають універсальну геометрію. Використання пластин з таким типом стружколому можливе для операцій

						Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

зовнішнього, внутрішнього та торцевого точіння, нарізання канавок та відрізання з низькими зусиллями різання. Також, такі двохсторонні пластини мають не високу вартість, що дозволяє значною мірою зменшити витрати на інструмент [13].

Для обробки заданого матеріалу вибираємо пластинку TDXU 4E-0,4 від фірми TaeguTec. Оскільки для загального оброблення твердих матеріалів, сталей та легованих сталей, слід використовувати стружколом типу XU.

Дана пластина використовується для зовнішнього, внутрішнього та торцевого прорізання канавок, точіння та відрізання.

Геометричні параметри пластини:

$$\varphi = 0^\circ; \varphi_1 = 2^\circ; \alpha = 7^\circ; \gamma = 0^\circ; r=0,4 \text{ мм.}$$

Рекомендовані режими різання:

$$V=50-80 \text{ м/хв}$$

$$S=0,06\dots0,27 \text{ мм/об}$$

2.5 Конструкція змінних картриджів

Закріплення різальної частини інструменту відбувається за допомогою механічного кріплення. Використання змінних картриджів дає змогу змінювати параметри інструменту без заміни державки. Базування та закріплення яких відбувається в пазу державки за допомогою гвинтового з'єднання, що забезпечує достатню точність та високу надійність кріплення.

Було розроблено два змінних картриджа: для чотиригранної та двогранної змінної пластинки.

Для прорізування канавки було розроблено картридж з боковим кріпленням чотириохгранної пластини з центральним отвором фірми «ТаегуТес», закріплення якої реалізовано за допомогою гвинта.

						Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Базування різального елементу відбувається за рахунок бічної сторони та опорних елементів картриджа.

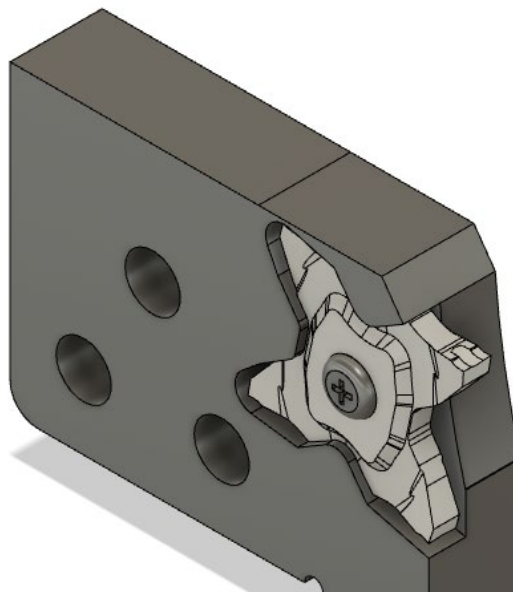


Рисунок 2.5 - Картридж для чотиригранної пластини

Для операції точіння та оброблення канавок було розроблено картридж під двох грану пластину TDXU 4E-0,4 від фірм «TaeguTec». Кріплення якої реалізовано верхнім прихватом з гвинтом, за допомогою якого забезпечується необхідна сила затиску. Вибір такого кріплення в поєднанні з вибраною пластинкою дозволяє виконувати зовнішнє точіння деталі.

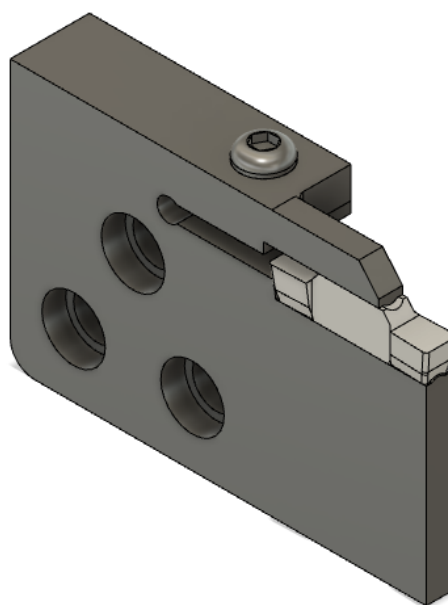


Рисунок 2.6 - Картридж для двогранної пластини

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

3. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

3.1 Поняття виробничого та технологічного процесу

Сукупність дій, внаслідок яких заготовки набувають форму та вигляд готової продукції, що відповідає безпосередньому призначенню називається виробничим процесом [14].

Частина виробничого процесу, що пов'язана зі зміною геометричних і фізичних параметрів предмета праці та перетворенням його в готову продукцію, що складається з ряду операцій, які виконуються в певній послідовності називається технологічним процесом [15].

В машинобудівній галузі технологічний процес включає в собі такі стадії:

- Заготівельне виробництво;
- Обробка;
- Складання.

Основною складовою технологічного процесу являється операція. В машинобудівному виробництві операції поділяються на:

- Технологічні;
- Транспортні;
- Контрольні.

Технологічною операцією називається частина технологічного процесу, який виконується на одному робочому місці та включає в собі всі дії та рухи верстату, що здійснюються під час обробки предмету праці до моменту зняття її з верстату [16].

В свою чергу, операція може бути виконаною за один або декілька установів.

Установ – це частина операції, що виконується при незмінному закріпленні заготовки, що обробляється [16].

						Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Залежно від обсягу роботи, що виконується під час обробки, технологічна операція складається з переходів [16].

Переходом називається частина операції, що включає в собі незмінність робочого інструменту, режимів роботи верстату та незмінністю спряження поверхонь, що обробляються. При зміні одного з елементів, з'являється новий перехід [16].

Наслідком поєднання всіх технологічних операцій та переходів під час обробки заготовки являє собою утворення технологічного процесу виготовлення. Кінцевим результатом технологічного процесу являється готовий виріб, який включає в собі всі задані геометричні та фізичні параметри.

3.2 Вибір заготовки

Важливу роль у процесі виготовлення деталі відіграє вибір заготовки. На сьогоднішній день, використовують такі основні способи отримання заготовок: литтям, обробкою тиском, спіканням та зваруванням.

Головна тенденція методу вибору заготовки полягає у виборі розмірів та конфігурацій заготовки, які будуть максимально наближеними до розмірів готових деталей. За рахунок цього відбувається зменшення часу на оброблення.

Для виготовлення державки модульного різця використовуємо заготовку, отриману методом гарячекатаного прокату діаметром 100 мм за ГОСТ 2590-88. Матеріал заготовки – Сталь 40Х.

3.3 Базовий маршрут обробки

Для виготовлення державки інструменту було розроблено базовий маршрут обробки

Таблиця 3.1 Технологічний маршрут виготовлення державки.

№	Найменування операції
005	Заготівельна. Відрізання заготовки
010	Токарна. Точити циліндр під хвостовик.

						Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

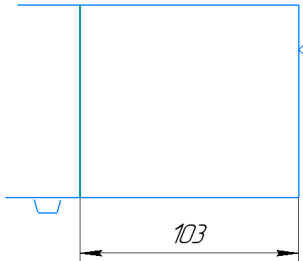
Продовження (таб. 3.1)

015	Фрезерна з ЧПК. Фрезерувати хвостовик
020	Токарна з ЧПК. Свердлити отвір, розточити отвір з утворенням канавок.
025	Фрезерна з ЧПК. Фрезерування робочої частини державки; фрезерування пазу під змінні картриджі; свердління отвору для нарізання різьби; нарізання різьби для механічного кріплення змінного картриджа; свердління отвору під МОР.
030	Маркування
035	Термічна обробка. Гартування
040	Термічна обробка. Відпуск
045	Шліфувальна з ЧПК. Шліфувати хвостовик
050	Поновлення різьби
055	Контроль якості
060	Пакування

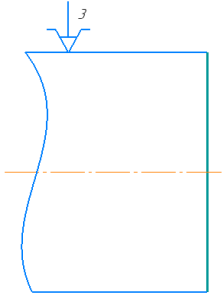
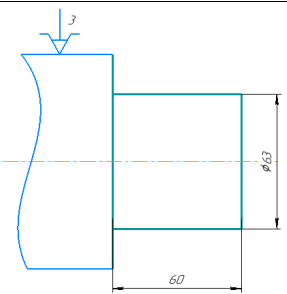
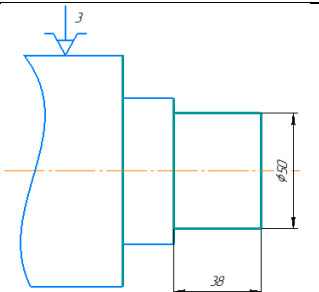
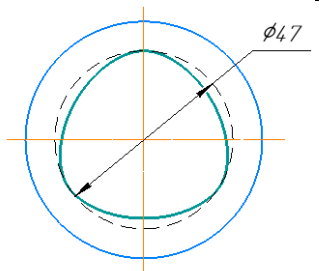
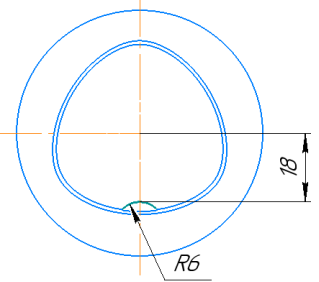
3.4 Технологічний процес виготовлення державки

Технологічний процес виготовлення деталі з маршрутом оброблення, використаним обладнанням та інструментом що використовується внесено в табл. 3.2 Технологічний процес виготовлення.

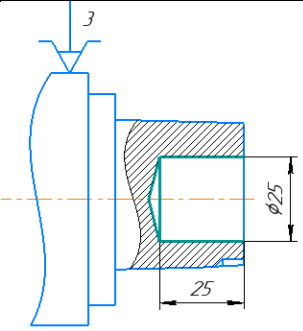
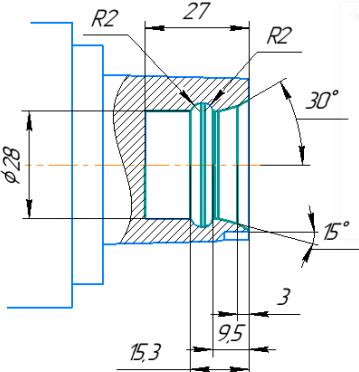
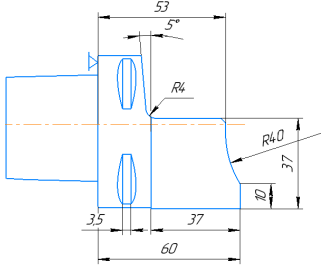
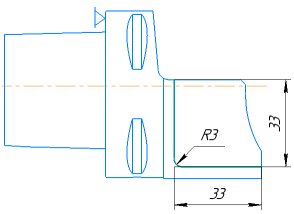
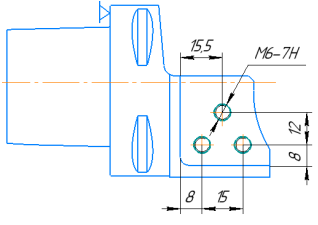
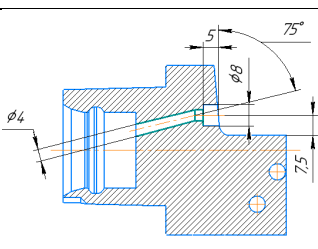
Таблиця 3.2 – Технологічний процес виготовлення

№	Найменування операції	Ескіз операції	Верстат, інструмент	Пристосування
005	Відрізати заготовку витримуючи розмір 103 мм		Стрічковий верстат GW4038, пила срічкова.	Лещата з призматичними губками

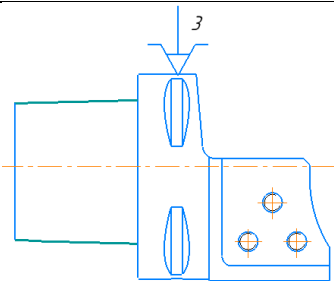
Продовження (таб. 3.2)

010	1.Підрізати торець		Токарно гвинторізний верстат 16K20; Різець прохідний відігнутий T15K6	Трьохкулачко- вий патрон
	2. Точити циліндр Ø63 мм на довжину L=60 мм		Різець прохідний T15K6 SDACL	Трьохкулачко- вий патрон
	3. Точити циліндр Ø50 мм на довжину L=38 мм		Різець прохідний T15K6 SDACL	Трьохкулачко- вий патрон
015	1.Фрезерувати хвостовик		Фрезерний верстат з ЧПК HAAS UMC- 750; кінцева фреза CFM 4200M	Трьохкулачко- вий патрон
	2.Фрезерувати паз витримуючи розміри R=6 мм на довжину L=6,3 мм		Кінцева фреза TBN1120S	Трьохкулачко- вий патрон

Продовження (таб. 3.2)

020	1.Свердлити отвір $\varnothing 25$ мм на довжину $L=25$ мм		Токарний верстат з ЧПК 16K20Ф3; свердло спіральне $\varnothing 25$, P6M5	Трьохкулачковий патрон
	2.Розточити отвір з утворенням канавок згідно креслення		Різець розточний S16Q SVUCR/L 11-D20	Трьохкулачковий патрон
025	1.Фрезерувати робочу частину державки по контуру згідно креслення.		Верстат вертикально фрезерний з ЧПК HAAS UMC-750; фреза радіусна TXLN; фреза кінцева EXH	Стіл поворотний
	2. Фрезерувати паз під змінні картриджі витримуючи розміри $33 \times 33 \times 10$; $R=3$		Фреза кінцева $\varnothing 6$ ГОСТ 17025-71	Стіл поворотний
	3.Свердлити 3 отвори $\varnothing 5,5$ на всю довжину		Свердло спіральне $\varnothing 5,5$ ГОСТ 10903-77	Стіл поворотний
	4.Нарізати різьбу $M6 \times 0,5-7H$ на всю довжину		Мітчик машинний $M6 \times 0,5$	Стіл поворотний
	5.Свердлити отвір $\varnothing 8$ на глибину 5 мм		Свердло спіральне $\varnothing 8$ мм ГОСТ 10903-77	Стіл поворотний
	6.Свердлити отвір $\varnothing 4$ під кутом 75° наскрізно		Свердло твердосплавне $\varnothing 4$ мм DSX0400F05	Стіл поворотний

Продовження (таб. 3.2)

030	Маркування			
035	Гартування		Піч	
040	Відпуск		Піч	
045	Шліфувати хвостовик		Шліфувальний верстат з ЧПК EMAG SK 204; шліфувальний круг	Пристрій для шліфування
050	Поновлення різьби		Токарно гвинторізний верстат 16K20	Трьохкулачковий патрон
055	Контроль якості			
060	Пакування			

3.5 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків проводимо на механічну обробку фрезеруванням пазу для змінних картриджів, глибина якого складає 10Н9 мм. Дану поверхню отримуємо чорновим, чистовим та тонким фрезеруванням.

Мінімальне значення припуску знаходимо за формулою:

$$Z_{min} = R_{zi} + 1T_h + 1p_i$$

де R_{zi} - висота нерівностей профілю

T_h - глибина дефектного шару

p - сумарне відхилення

Для чорнового фрезерування:

$$Z_{min 1} = 200 \text{ мкм}$$

Для чистового фрезерування:

$$Z_{min 2} = 105 \text{ мкм}$$

Для тонкого фрезерування:

$$Z_{min 3} = 65 \text{ мкм}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Розраховуємо максимальні та мінімальні розміри за формулою:

$$l_{max\ i} = l_{min} - z_{min}$$

$$l_{mini} = l_{max} - T_{di}$$

Для тонкого фрезерування:

$$l_{max\ 3} = 10 - 0,065 = 9,935 \text{ мм}$$

$$l_{min\ 3} = 9,935 - 0,058 = 9,877 \text{ мм}$$

Для чистового фрезерування:

$$l_{max\ 2} = 9,877 - 0,105 = 9,772 \text{ мм}$$

$$l_{min\ 2} = 9,772 - 0,15 = 9,622 \text{ мм}$$

Для чорнового фрезерування:

$$l_{max\ 1} = 9,622 - 0,2 = 9,422 \text{ мм}$$

$$l_{min\ 1} = 9,422 - 1 = 8,422 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальні значення припусків:

$$Z_{max\ 3} = 65 + 25 + 58 = 148 \text{ мкм}$$

$$Z_{max\ 2} = 105 + 58 + 150 = 313 \text{ мкм}$$

$$Z_{max\ 1} = 200 + 150 + 1100 = 1350 \text{ мкм}$$

$$Z_{max} = 1350 + 313 + 148 = 1811 \text{ мкм}$$

$$Z_{min} = 200 + 105 + 65 = 370 \text{ мкм}$$

3.6 Розрахунок режимів різання

Для визначення режимів різання існують такі методи:

- Табличний;
- Аналітичний;
- Графоаналітичний;
- З використанням спеціальних програм розрахунку.

При розрахунку режимів різання табличним методом використовують нормативи режимів різання. Такого типу розрахунку необхідно знати : фізико-

						Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

механічні властивості матеріалу, що обробляється; розміри інструменту, який застосовується; геометричні параметри та матеріал різальної частини інструменту.

Розрахунок режиму різання на операцію 025 Фрезерна з ЧПК

Фрезерувати паз під змінні картриджі.

Технологічне обладнання — Верстат вертикально фрезерний з ЧПК HAAS UMC-750

Інструмент — кінцева фреза D=6 мм ГОСТ 17025-71 P6M5 Z=4, [17, с. 174, табл. 65]

Подача при фрезеруванні визначається, як подача на зуб S_z

$$S_z = 0,08 - 0,05 \text{ мм} \quad [17, \text{с. 284, табл. 35}]$$

Приймаємо $S_z = 0,08 \text{ мм}$

Глибина різання $t = 2 \text{ мм}$

Швидкість різання при фрезеруванні визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

Значення коефіцієнта C_v та показники степенів визначаємо з таблиці.

$$C_v = 46,7$$

$$q = 0,45$$

$$x = 0,5$$

$$y = 0,5$$

$$u = 0,1$$

$$p = 0,1$$

$$m = 0,33 \quad [17, \text{с. 287, табл. 39}]$$

						Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Знаходимо загальний коефіцієнт швидкості різання за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

де K_{mv} — коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки
 K_{nv} — коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки
 K_{uv} — коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту

Знаходимо коефіцієнт K_{mv}

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{950} \right)^{0,75} = 0,67$$

$$K_r = 0,8$$

$$n_v = 0,75$$

$$K_{nv} = 1$$

$$K_{uv} = 0,9$$

Розраховуємо загальний поправочний коефіцієнт різання:

$$K_v = 0,67 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,603$$

Визначаємо середній період стійкості фрези.

$$T = 80 \text{ хв} \quad [17, \text{с. 290, табл. 40}]$$

Розраховуємо швидкість різання.

$$V = \frac{46,7 \cdot 6^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 2^{0,5} \cdot 0,08^{0,5} \cdot 6^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,603 = 27,02 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 27,02}{3,14 \cdot 6} = 1433,45 \text{ хв}^{-1}$$

Оскільки у верстаті HAAS UMC-750 безступінчаста коробка швидкостей, частоту обертання шпинделя приймаємо $n = 1433 \text{ хв}^{-1}$

					Лист
					42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1433}{1000} = 27 \text{ м/хв}$$

При фрезеруванні головною складовою сили різання являється окружна сила.

Окружна сила знаходиться за формулою

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$$

де $C_p = 68,2$

$$x = 0,86$$

$$y = 0,72$$

$$n = 1$$

$$q = 0,86$$

$$w = 0$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{950}{750} \right)^{0,3} = 1,07 \text{ [2, с. 264, табл. 9]}$$

Розрахунок окружної сили:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 6^1 \cdot 4}{6^{0,86} \cdot 1433^0} \cdot 1,07 = 1104,8 \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1104,8 \cdot 27}{1020 \cdot 60} = 0,48 \text{ кВт}$$

Розраховуємо силу крутного моменту:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1104,8 \cdot 4}{2 \cdot 100} = 22,09 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

						Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Свердли́ти 3 отвори Ø5,5 на всю довжину

Технологічне обладнання — Верстат вертикально фрезерний з ЧПК HAAS UMC-750

Інструмент — Свердло спіральне Ø5,5 P6M5 ГОСТ 10903-77 [17, с. 137, табл. 40]

Подача при свердлінні:

$$S = 0,10 - 0,15 \text{ мм/об} \quad [2, \text{ с. 277, табл. 25}]$$

Вибираємо $S = 0,14$

Швидкість різання при свердлінні визначається за формулою [17, с. 276] :

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

Значення коефіцієнта C_v та показники степенів визначаємо з таблиці.

$$C_v = 7$$

$$q = 0,4$$

$$y = 0,7$$

$$m = 0,2 \quad [17, \text{ с. 279, табл. 30}]$$

Знаходимо загальний коефіцієнт швидкості різання за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$$

де K_{mv} — коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки

K_{lv} — коефіцієнт, що враховує глибину свердління

K_{uv} — коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту

Знаходимо коефіцієнт K_{mv}

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{950} \right)^{-0,9} = 1,23$$

$$K_r = 1$$

$$n_v = -0,9$$

$$K_{lv} = 0,7 \quad [2, \text{с. 137, табл. 40}]$$

$$K_{uv} = 1$$

Розраховуємо загальний поправочний коефіцієнт :

$$K_v = 1,23 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,861$$

Визначаємо середній період стійкості свердла.

$$T = 25 \text{ хв} \quad [17, \text{с. 279, табл. 30}]$$

Розраховуємо швидкість різання.

$$V = \frac{7 \cdot 5,5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,14^{0,7}} \cdot 0,861 = 24,8$$

Крутний момент та осьова сила при свердлінні визначається за формулами [17, с. 277] :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де K_p — коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки

$$K_p = 0,75$$

Коефіцієнти та показники степенів визначаємо за таблицями [17, с. 281, табл. 32]

						Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Крутний момент:

$$C_m = 0,0345$$

$$q = 2$$

$$y = 0,8$$

Осьова сила:

$$C_p = 68$$

$$q = 1$$

$$y = 0,7$$

Розраховуємо крутний момент та осьову силу:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5,5^2 \cdot 0,14^{0,7} \cdot 0,75 = 1,97 \text{ Нм};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 5,5^1 \cdot 0,14^{0,7} \cdot 0,75 = 708,3 \text{ Н}$$

Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 24,8}{3,14 \cdot 5,5} = 1436 \text{ хв}^{-1}$$

Розраховуємо потужність різання: [2, с. 280]

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1,97 \cdot 1436}{9750} = 0,29 \text{ кВт}$$

Розраховуємо основний час на оброблення:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{30}{1436 \cdot 0,14} = 0,15 \text{ хв}$$

В даному розділі було вибрано заготовку та матеріал, який доцільно використовувати при виготовленні інструменту. Розроблено базовий технологічний маршрут та складено технологічний процес на обробку державки з розрахунками режимів різання на операцію фрезерування та свердління.

						Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. ВИБІР ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

4.1 Вимоги до пристосування

До пристосувань для верстатів з ЧПК застосовуються вимоги, які обумовленні особливістю цих верстатів. Недотримання цих вимог значно зменшують ефективність застосування таких верстатів [18].

Пристосування повинні мати підвищену розмірну точність. Похибка закріплення та базування, що виникають при встановленні заготовки мають бути зведені до мінімального значення. В той же час пристосування повинне мати підвищену жорсткість. Шляхом зменшення часу на встановлення та закріплення заготовки на верстатах з ЧПК значною мірою зменшується час на, що витрачається на простій верстату [18].

4.2 Вибір технологічного пристосування

Для оброблення деталей було розглянуто поворотний горизонтально вертикальний стіл моделі TSL 200 (Рис. 4.1).

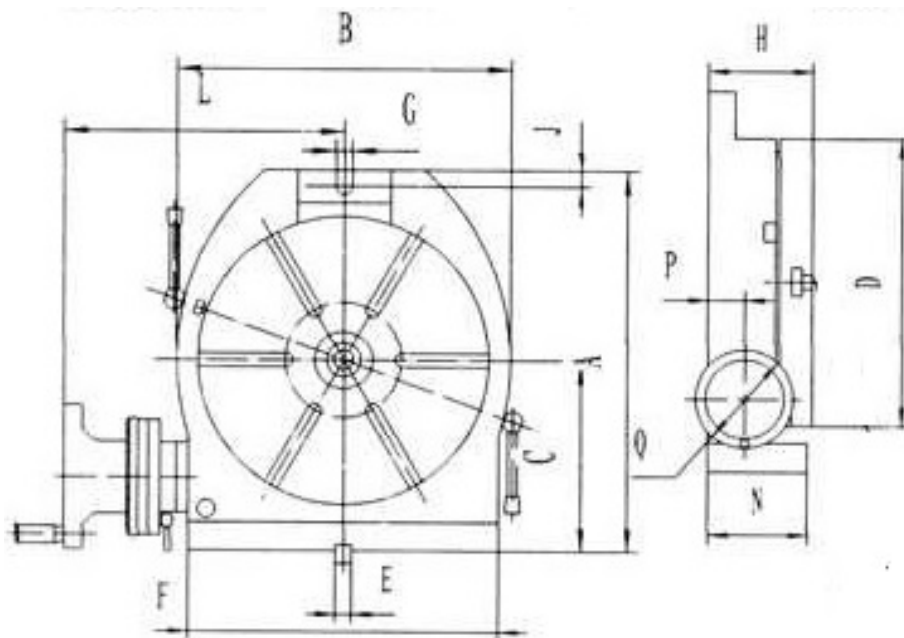


Рисунок 4.1 - Поворотний горизонтально вертикальний стіл TSL 200

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	47

Як правило, таке пристосування являється додатковим пристосуванням для базування та закріплення оброблювальної деталі на верстатах фрезерної групи. Ділильні та поворотні пристрої даного типу відносяться до типу багатопозиційних пристосувань. За рахунок можливості конструкції знаходитись в горизонтально та в вертикальному положенні, а також наявності поворотних пристроїв з використанням такого пристосування можливо виконувати обробку деталі в різних положеннях відносно робочого інструменту.

4.3 Закріплення деталі під час обробки

Для закріплення державки інструменту, що обробляється було обрано інструментальний блок від фірми Sandvik (Рис. 4.2).

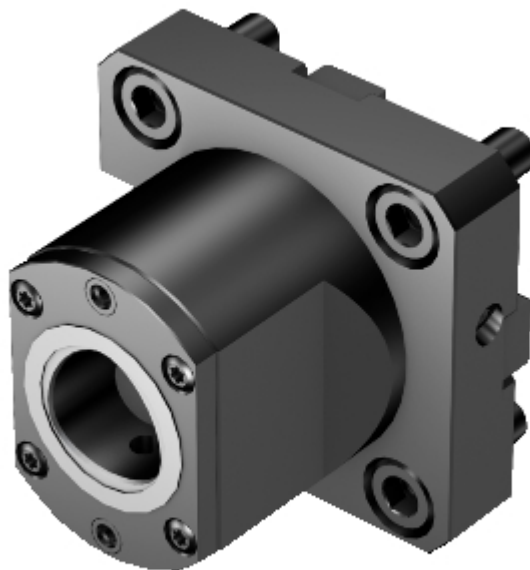


Рисунок 4.2 – Різцевий блок компанії Sandvik

Конструкція цього пристрою передбачає закріплення державок з хвостовою частиною типу Capto. Робоча частина інструментального блоку повторює форму хвостовика інструменту, за рахунок чого забезпечується

висока повторюваність та точність базування, а призматична будова забезпечує жорстке кріплення. Втягування інструменту відбувається за допомогою цангового механізму, сила затиску якого надається робітником з використанням динамометричного ключа.

Рекомендована сила затиску – 90 Нм

4.4 Модернізація технологічного пристосування

Для оброблення державки державки інструменту, за основу було обрано горизонтально-вертикальний поворотний стіл, в якому закріплення робочої деталі відбувається за допомогою різцевого блоку, базування якого відбувається на планшайбі (Рис 4.3).

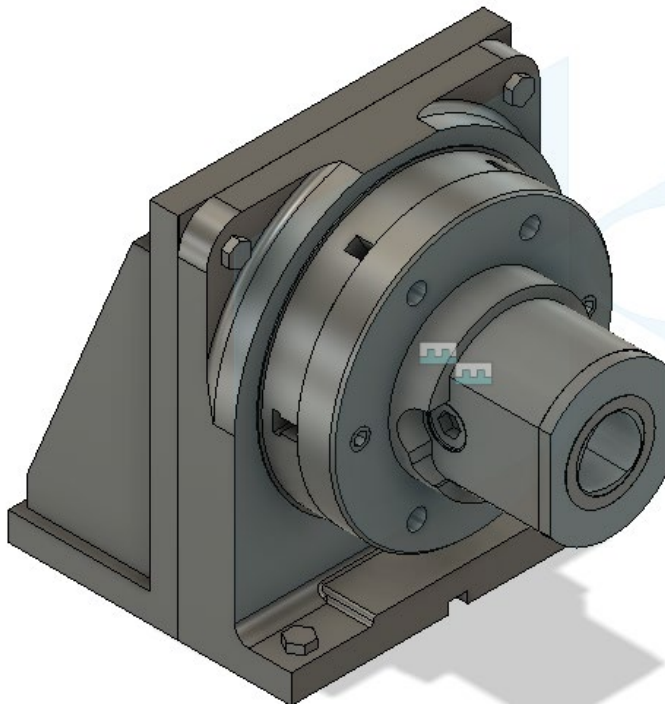


Рисунок 4.3 – Пристосування для фрезерування

Корпус пристосування 1 являється базовою деталлю, що включає в собі ділильні та упорні механізми, а також планшайбу 2 з Т-подібними пазами. За допомогою кріпильних елементів 7 відбувається закріплення кріпильного фланця 3. Розташування кріпильних елементів по колу забезпечує надійне та жорстке з'єднання.

						Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Закріплення та базування оброблювальної деталі відбувається в інструментальному блоці 4, який монолітно з'єднаний з кріпильним фланцем. Конструкція інструментального блоку повторює форми хвостовика державки інструменту, що обробляється та передбачає в собі елемент ручного затиску. Втягування інструменту відбувається за допомогою цангового хвостовика. За рахунок цих особливостей забезпечується висок надійність, швидкість та повторюваність встановлення деталі.

Для запобігання виникнення вібрацій під час фрезерної обробки та для підвищення жорсткості конструкції, корпус поворотного столу з'єднаний з кутником 5 за допомогою гвинтового з'єднання 6. Для забезпечення більшої жорсткості кутник в своїй конструкції передбачає ребра жорсткості 9.

Кріплення пристосування до столу фрезерного верстату відбувається за рахунок гвинтів 8 та 10 що з'єднані з сухарями, які розташовані безпосередньо в Т-подібному пазу столу.

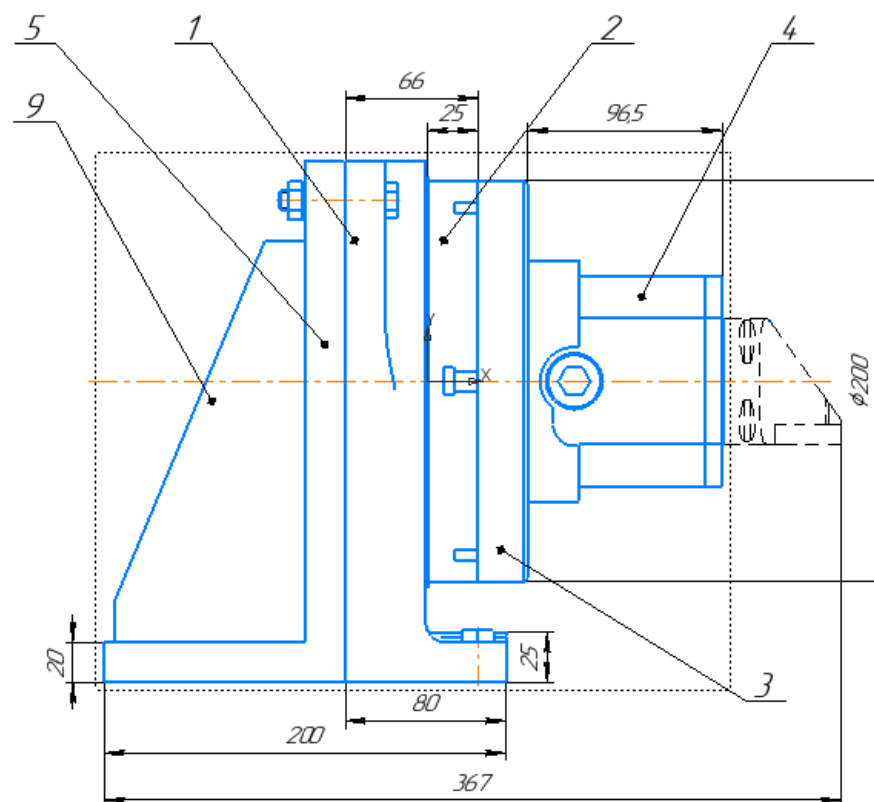


Рисунок 4.4 – Схема пристосування. Вид збоку

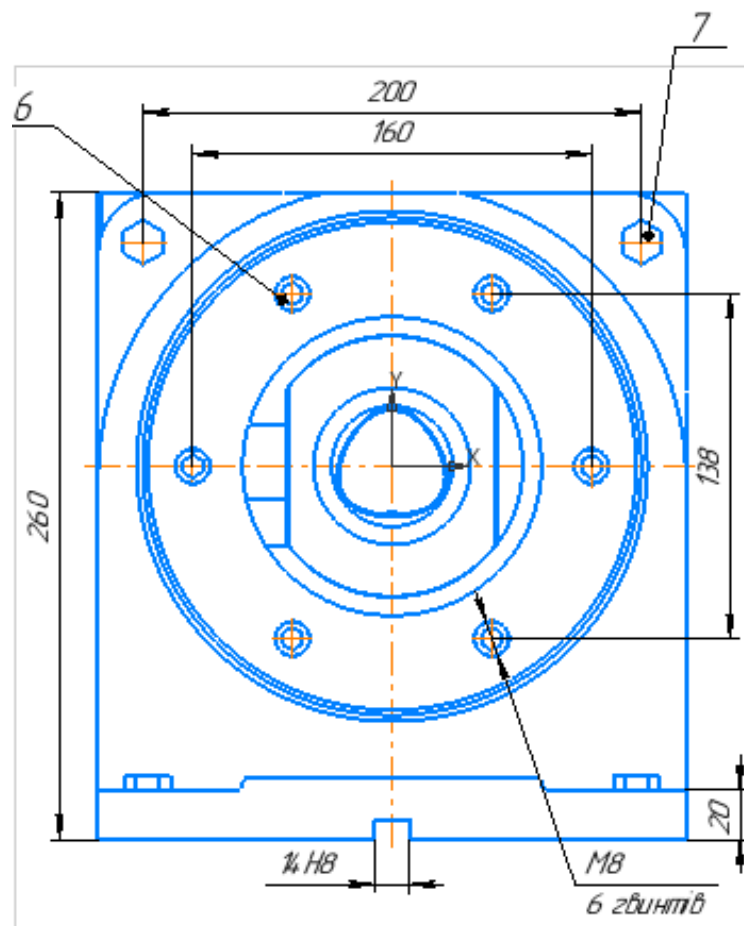


Рисунок 4.5 – Схема пристосування. Вид спереду

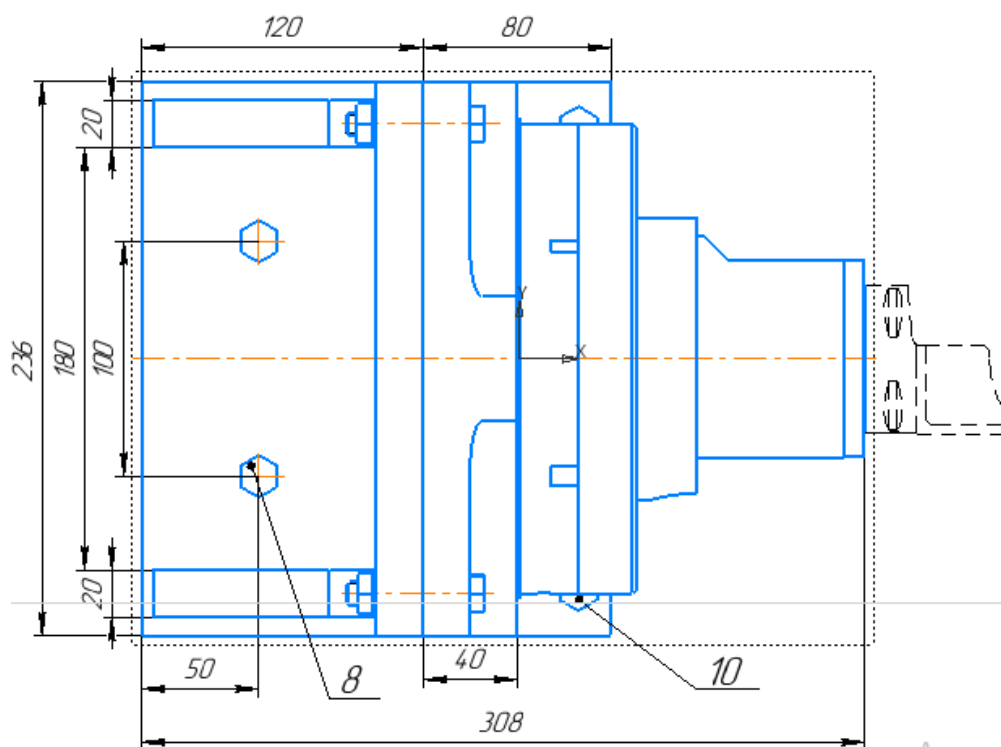


Рисунок 4.6 – Схема пристосування. Вид зверху

Таким чином, було обрано пристосування для обробки пазу під змінні картриджі з можливістю установки його на стіл фрезерного верстату з ЧПК. Для підвищення жорсткості конструкції було додано кутник. З використанням зазначених схем кріплення задовольняються такі вимоги до пристосування як надійність, жорсткість конструкції та висока точність базування.

						Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 АНАЛІЗ ПРИКЛАДЕНИХ СИЛ ПІД ЧАС ОБРОБКИ

5.1 Аналіз сил, що виникають під час обробки

Різання являє собою складний фізичний процес, в ході якого виникають пружні та пластичні деформації [8, с.29].

Для здійснення різання до інструменту повинні бути прикладені сили, які визначаються здатністю металу чинити опір до стружкоутворення. В результаті супротиву до деформування виникають сили, які діють на робочі поверхні інструменту збоку матеріалу, що обробляється [8, с.36].

При точінні силу, що діє на інструмент розкладають на три складові:

- Головна складова сили різання P_z ;
- Радіальна складова сили різання P_y ;
- Осьова складова сили різання P_x ;

За допомогою програмного забезпечення від компанії Autodesk, а саме Fusion 360 маємо можливість визначити та дослідити, як сили, що виникають в процесі різання будуть впливати на інструмент.

5.2 Визначення сил різання

Для подальшого дослідження сил, що діють на інструмент буде використовуватись двох грана пластинка TDXU для обточування зовнішнього діаметру деталі.

Оскільки використовується стандартна пластинка, тому режими різання призначаються відповідно до режимів, які зазначив виробник.

Подача - $S = 0,2$ мм/об.

Глибина різання - $t = 1$ мм.

Швидкість різання - $V = 50 - 80$ м/хв,

Швидкість різання приймаємо $V = 70$ м/хв.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 30} = 742,7 \text{ хв}^{-1}$$

Складові сил різання P_{zyx} визначаємо за формулою [17, с. 271]:

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

Постійну складову C_p та показники степенів вибираємо з таблиць.

Поправочний коефіцієнт K_p являє собою суму коефіцієнтів враховуючи фактичні умови різання [17, с. 271].

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\delta p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = 0,75 \text{ [2, с. 264, табл. 9]}$$

$$K_{\phi p} = 0,7 \text{ [2, с. 271, табл. 18]}$$

$$K_{\delta p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0.75 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,525$$

Головна (тангенціальна) складова сили P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15 \text{ [17, с.273, табл.22]}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 70^{-0,15} \cdot 0,525 = 124,5 \text{ Н}$$

Радіальна складова сили P_y :

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3 \text{ [17, с.273, табл.22]}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 70^{-0,3} \cdot 0,525 = 72,7 \text{ Н}$$

						Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Осьова складова сили P_x :

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$C_p = 339; x = 1; y = 0,5; n = -0,4 [17, \text{с.273, табл.22}]$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,2^{0,5} \cdot 70^{-0,4} \cdot 0,525 = 72,7 \text{ Н}$$

5.3 Аналіз прикладених сил

Проведення аналізу напружено-деформованого стану в програмному середовищі Fusion 360 виконуємо на підставі отриманих розрахунків складових сил різання.

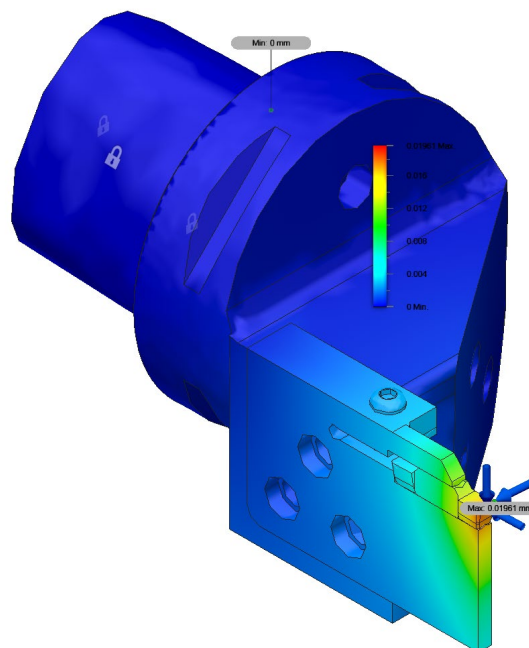


Рисунок 5.2.1 - Деформація інструменту на зсув

Згідно проведеного аналізу, було встановлено, що деформація на зсув інструменту становить 0,01961 мм.

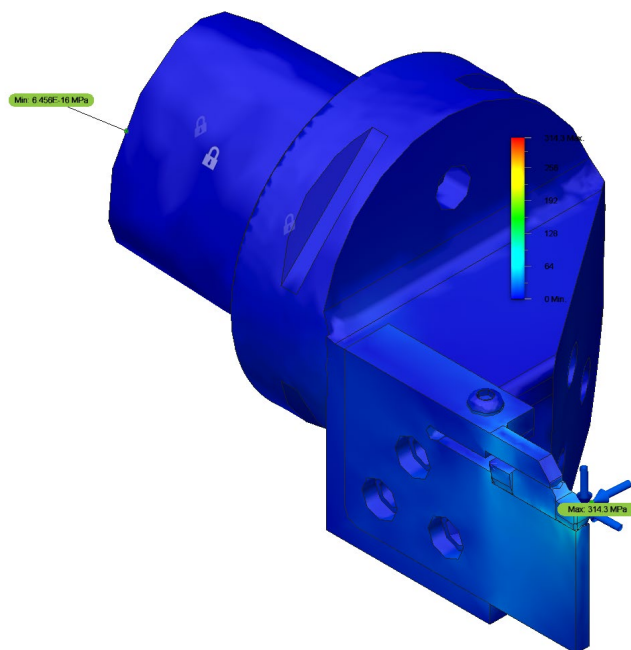


Рисунок 5.2.2 - Деформація інструменту на розтяг

Згідно проведеного аналізу, було встановлено, що деформація інструменту на розтяг становить 0,001784 од.

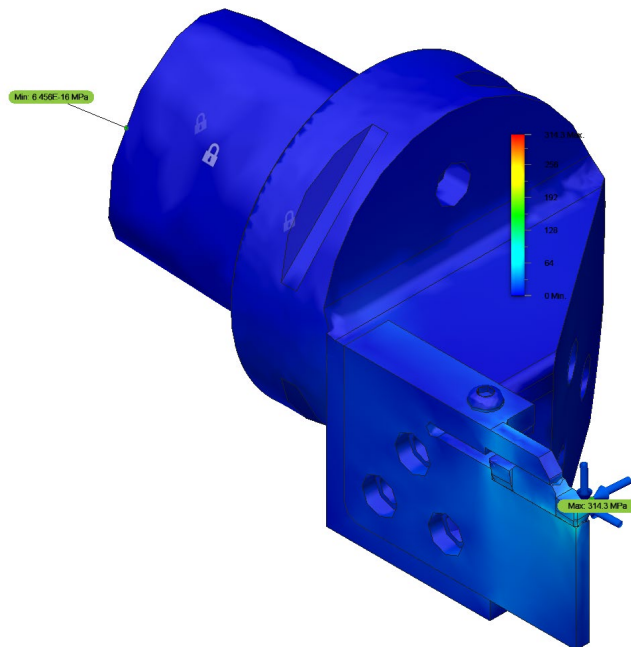


Рисунок 5.2.3 - Напруження під час обробки

Згідно проведеного аналізу, було встановлено, що напруження інструменту, яке виникає під час обробки становить 314,3 мПа.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Відповідно до отриманих даних під час аналізу напружено-деформованого стану, можна зробити висновок, що конструкція інструменту витримує навантаження, які виникають під час обробки за заданими режимами різання.

						Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

6.1 Розробка керуючої програми для виготовлення державки

В реаліях сучасного виробництва, для виготовлення деталей шляхом механічної обробки, що мають складний профіль та до яких висуваються жорсткі вимоги, доцільно використовувати верстати з числовим програмним керуванням. Оскільки використання такого обладнання значно підвищує продуктивність завдяки зменшенню часу на переналагодження за рахунок револьверної головки та можливості автоматичної зміни інструменту, що дає перевагу в використанні даного типу верстатів для виготовлення деталей з великою кількістю переходів. Тому, для виготовлення державки модульного інструменту для точіння та оброблення канавок було застосовано як токарний, так і фрезерний верстат з числовим програмним керуванням.

Для роботи верстатів з числовим програмним керуванням достатньо написати керуючу програму для заданої деталі, а за допомогою електронного носія інформації перенести її в пам'ять комп'ютера. Після цього оператору залишається лише встановити заготовку, закрити робочу зону захисним екраном та запустити верстат.

Для сучасних верстатів з ЧПК існує три метода програмування обробки та створення КП:

- ручне програмування – довгий монотонний та одноманітний процес. Такий метод використовується якщо підприємство має невелику кількість верстатів з ЧПК, а оброблювані деталі простої конфігурації;

- програмування на пульті стійки ЧПК – метод при якому КП створюється за допомогою клавіатури, джойстика або сенсорного екрану стійки при верстаті. Сучасні стійки ЧПК пропонують використовувати діалогову мову програмування, котра значно спрощує процес створення КП. При цьому створена програма одразу оптимізована під конкретний верстат;

						Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- програмування за допомогою САПР. Такий метод дозволяє спростити складні інженерні розрахунки та скорочує час створення КП.

В загальному вигляді процес автоматизованого отримання КП виглядає наступним чином :

- визначається геометрія деталі, загальна траєкторія переміщення різального інструменту, подача та частота обертання шпинделя, а також параметри різального інструменту;

- кодується геометрія деталі, траєкторія переміщення різального інструменту і загальні інструкції верстату на мові програмування.

Оскільки написання керуючої програми для обробки складних деталей в ручному режимі не є раціональним, слід використовувати САМ-системи. Саме тому для створення керуючої програми обробки деталі було використано програмне забезпечення від компанії Autodesk, а саме Fusion 360. За допомогою створеної 3Д моделі потрібного профілю та геометричних параметрів, заданих режимів різання та потрібного інструменту, було створено код керуючої програми. Який в подальшому використовується для завантаження його в пам'ять верстату.

Наведемо приклад керуючої програми токарного верстату з ЧПК 16K20Ф3 на операцію 020, яка містить в собі два переходи, а саме свердління отвору та розточування канавок згідно креслення. Візуалізація процесу наведено на рис. 6.1 та рис. 6.2.

%	N85 X21.737
O0020 ()	N86 X19.737 Z-25.9
N10 G98 G18	N87 G0 Z1.5
N11 G21	N88 X25.737
N12 G50 S6000	N89 G1 Z-26.9 F1.
N13 M31	N90 X23.737
N14 G53 G0 X0.	N91 X21.737 Z-25.9
	N92 G0 Z1.5
(Drill3)	N93 X27.737

N15 T101
 N16 G98
 N17 M22
 N18 G97 S2000 M3
 N19 G54
 N20 M8
 N21 G0 X0. Z15.
 N22 G0 Z5.
 N23 G81 X0. Z-27. R2. F333.3333
 N24 G80
 N25 Z15.
 N26 M9
 N27 G53 X0.

(Profile Roughing6)

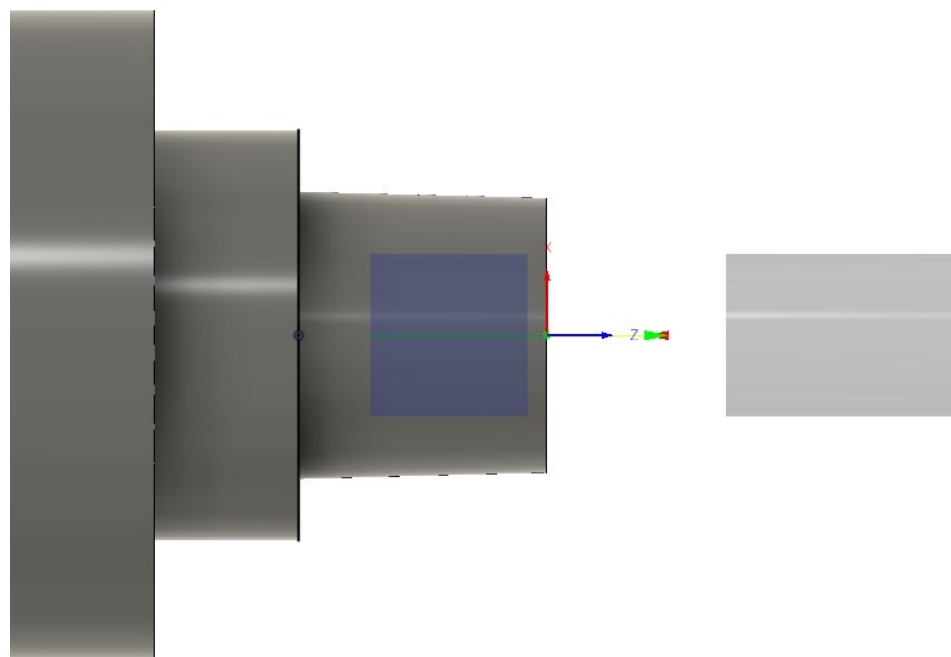
N28 M1
 N29 T606
 N30 G99
 N31 M22
 N32 G97 S5000 M3
 N33 G54
 N34 M8
 N35 G0 X0.737 Z5.
 N36 G50 S5000
 N37 G96 S200 M3
 N38 G0 Z1.5
 N39 X5.737
 N40 G1 Z-26.9 F1.
 N41 X3.737
 N42 G0 Z1.5
 N43 X7.737
 N44 G1 Z-26.9 F1.
 N45 X5.737
 N46 X3.737 Z-25.9
 N47 G0 Z1.5
 N48 X9.737
 N49 G1 Z-26.9 F1.
 N50 X7.737
 N51 X5.737 Z-25.9
 N52 G0 Z1.5
 N53 X11.737
 N54 G1 Z-26.9 F1.

N94 G1 Z-26.9 F1.
 N95 X25.737
 N96 X23.737 Z-25.9
 N97 G0 Z1.5
 N98 X29.737
 N99 G1 Z-6.084 F1.
 N100 X28.557 Z-8.336
 N101 Z-9.534
 N102 X29.701 Z-10.525
 N103 X29.737 Z-10.522
 N104 Z-15.334
 N105 X29.25 Z-15.59
 N106 Z-26.9
 N107 X27.737
 N108 X25.737 Z-25.9
 N109 G0 Z1.5
 N110 X31.737
 N111 G1 Z-2.781 F1.
 N112 X31.243 Z-3.208
 N113 X29.737 Z-6.084
 N114 X27.737 Z-5.084
 N115 G0 Z1.5
 N116 X33.737
 N117 G1 Z-1.046 F1.
 N118 X31.737 Z-2.781
 N119 X29.737 Z-1.781
 N120 G0 Z1.5
 N121 X35.737
 N122 G1 Z0.1 F1.
 N123 X35.059
 N124 X33.737 Z-1.046
 N125 X31.737 Z-0.046
 N126 G0 Z1.5
 N127 X37.137
 N128 G1 Z0.1 F1.
 N129 X35.737
 N130 X33.737 Z1.1
 N131 G0 Z1.5
 N132 X38.537
 N133 G1 Z0.1 F1.
 N134 X37.137
 N135 X35.137 Z1.1

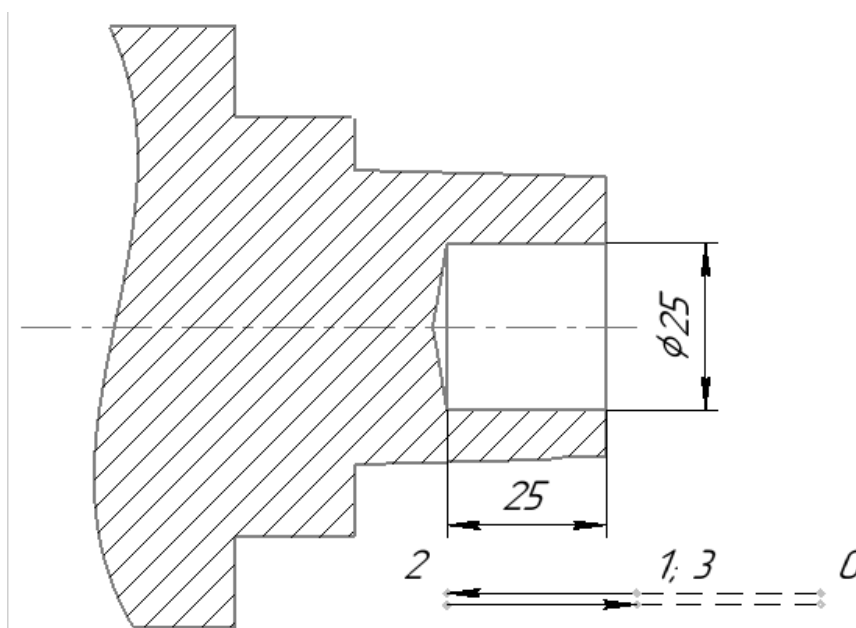
N55 X9.737
 N56 X7.737 Z-25.9
 N57 G0 Z1.5
 N58 X13.737
 N59 G1 Z-26.9 F1.
 N60 X11.737
 N61 X9.737 Z-25.9
 N62 G0 Z1.5
 N63 X15.737
 N64 G1 Z-26.9 F1.
 N65 X13.737
 N66 X11.737 Z-25.9
 N67 G0 Z1.5
 N68 X17.737
 N69 G1 Z-26.9 F1.
 N70 X15.737
 N71 X13.737 Z-25.9
 N72 G0 Z1.5
 N73 X19.737
 N74 G1 Z-26.9 F1.
 N75 X17.737
 N76 X15.737 Z-25.9
 N77 G0 Z1.5
 N78 X21.737
 N79 G1 Z-26.9 F1.
 N80 X19.737
 N81 X17.737 Z-25.9
 N82 G0 Z1.5
 N83 X23.737
 N84 G1 Z-26.9 F1.

N136 G0 X0.737
 N137 Z-10.522
 N138 X29.737
 N139 G18 G3 X31.493 Z-10.635
 I0.256 K-1.478 F1.
 N140 G1 Z-14.412
 N141 X29.737 Z-15.334
 N142 X27.737 Z-14.334
 N143 G0 Z-10.635
 N144 X30.493
 N145 G1 X31.493 F1.
 N146 G3 X33.25 Z-12. I-0.622 K-
 1.365
 N147 G1 Z-12.89
 N148 G3 X32.422 Z-13.924 I-1.5
 K0.
 N149 G1 X31.493 Z-14.412
 N150 X29.493 Z-13.412
 N151 G0 X3.737
 N152 Z1.5
 N153 X0.737
 N154 Z5.
 N155 G97 S5000 M3

 N156 M9
 N157 M33
 N158 G53 X0.
 N159 G53 Z0.
 N160 M30
 %



a)



б)

Рисунок 6.1 – Візуалізація переходу свердління:

а) 3D модель

б) Траєкторія переміщень інструменту

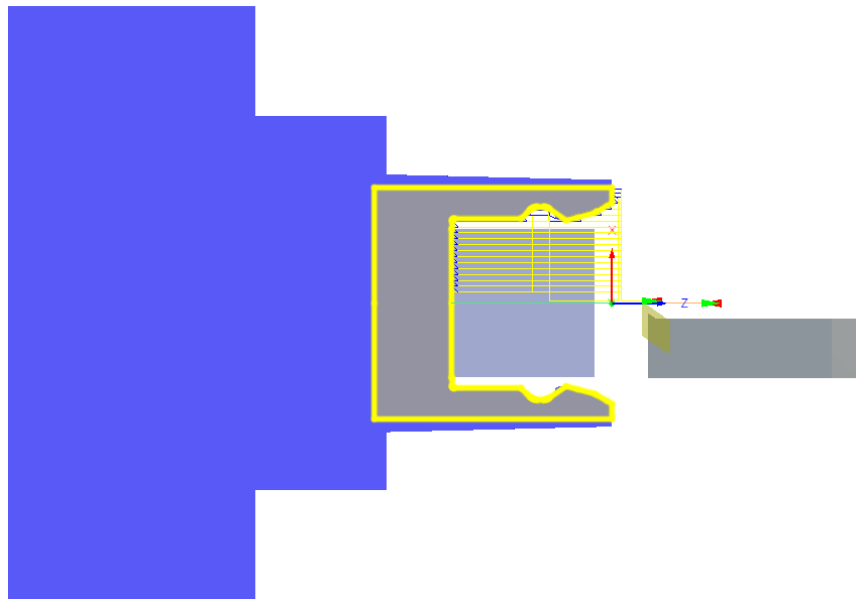


Рисунок 6.2 – Візуалізація переходу розточування з траєкторією руху інструменту

Кінцевий результат моделювання обробки деталі за запропонованим кодом керуючих програм для верстатів з ЧПК зображено на рис. 6.3.

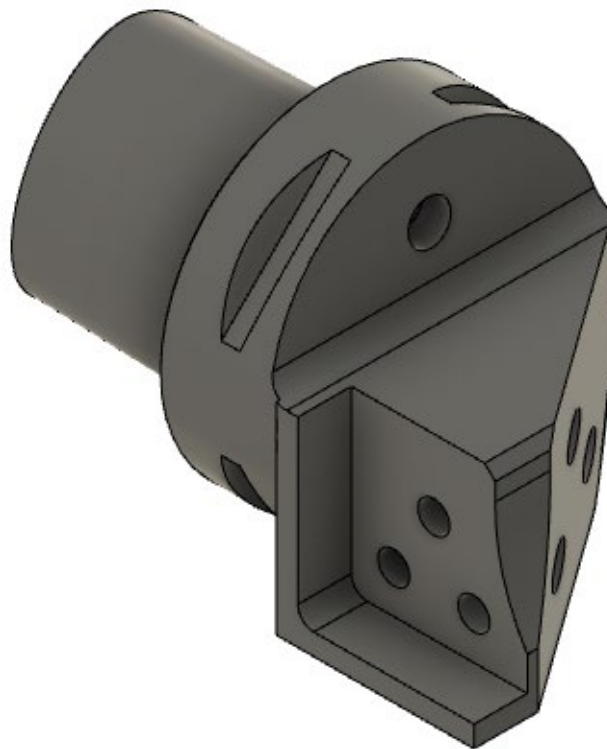


Рисунок 6.3 – Кінцевий результат обробки

Керуюча програма та інші операції обробки деталі на верстатах з ЧПК наведена в додатку А.

Керуючу програму для обробки державки модульного інструменту для точіння та оброблення канавок було розроблено для верстатів з ЧПК моделі 16K20Ф3 та UMC-750.

						Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВИСНОВКИ

Ефективність застосування верстатів з числовим програмним керуванням значною мірою зростає за рахунок використання відповідного інструменту, до якого пред'являються більш жорсткі вимоги. За рахунок використання модульних систем інструменту для верстатів з ЧПК підвищується продуктивність роботи за рахунок зменшення часу на переналагодження та підвищується точність технологічних операцій.

В даному дипломному проекті було проведено аналіз конструкцій токарного інструменту для точіння та оброблення канавки на верстатах з ЧПК, що дозволило розробити конструкцію модульного токарного інструменту, який складається з державки та змінних картриджів.

Для виготовлення державки створено технологічний процес з підібраним необхідним обладнанням та інструментом, а також розраховано режими різання. Для операції фрезерування робочої частини державки та фрезерування пазу під змінний картридж було розглянуто умови до технологічного пристосування та вибрано і модернізовано пристосування для закріплення державки на верстаті.

Технологічний процес виготовлення держави розроблено для верстатів з ЧПК, що дозволить збільшити точність та зменшити час виготовлення деталі. Для верстатів з ЧПК HAAS UMC-750 та 16K20Ф3 було розроблено керуючу програму.

Щоб проаналізувати напружено-деформований стан розробленого інструменту, проведено аналіз прикладених сил під час його роботи при заданих режимах різання, що дозволив визначити допустимі максимальні навантаження які зазнає інструмент в процесі роботи.

						Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Инструмент для токарных станков с ЧПУ [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: 1. <http://delta-grup.ru/bibliot/10/85.htm> (дата звернення: 2.05.2020) .
2. Різальний інструмент для верстатів з ЧПК: типи, характеристика, вимоги. [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://poradavam.com/remont/texnika/rizalniy-instrument-dlya-verstativ-z-chpk-tipi-xarakteristika-vimogi.html> (дата звернення: 2.05.2020).
3. Высокотехнологические инструментальные решения для эффективной обработки канавок и отрезки [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: http://varius.com.ua/stati/stat_tt/statya_48_tt/ (дата звернення: 3.05.2020).
4. Отрезной резец [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://ruvir.ru/metallorazhushhiy-instrument/otreznoj-rezec> (дата звернення: 5.05.2020).
5. Конус инструментальный [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%83%D1%81_%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9 (дата звернення: 6.05.2020).
6. Coromant Capto [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/sitecollectiondocuments> (дата звернення: 6.05.2020).
7. Инструментальный и шпиндельный конус HSK [Электронный ресурс] // Сибирь Инжиниринг. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <http://sibengine.com/instrumentalnyj-i-shpindelnyj-konus-hsk/> (дата звернення: 7.05.2020).
8. Гапонкин В. А. Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки: Учебник для средних специальных учебных заведений по машиностроительным специальностям / В. А. Гапонкин, Л. К. Лукашев, Т. Г. Суворова. – Москва: Машиностроение, 1990. – 448 с.
9. http://www.columbuss.ru/uploaded/tech_info/TechInfoSandvikC_2010/ (дата звернення: 10.05.2020).
10. Как наносить охлаждающую жидкость и смазочно-охлаждающую жидкость при точении [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/knowledge/general-turning/pages/how-to-apply-coolant-and-cutting-fluid-in-turning.aspx> (дата звернення: 12.05.2020).
11. Изготовление державок резцов [Электронный ресурс] // Энциклопедия по машиностроению XXL – Режим доступа до ресурсу: <https://mash-xxl.info/info/651903/> (дата звернення: 12.05.2020) .

						Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

12. Сталь марки 40X [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X (дата звернення: 14.05.2020).
13. Высокотехнологические инструментальные решения для эффективной обработки канавок и отрезки [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://varius.com.ua/stati/stat_tt/statya_48_tt/ (дата звернення: 15.05.2020).
14. Виробнича діяльність людини [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/3122> (дата звернення: 16.05.2020).
15. Поняття виробничого і технологічного процесів [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://lektsii.org/5-45951.html> (дата звернення: 16.05.2020).
16. Пасько М. М. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ [Електронний ресурс] / М. М. Пасько, С. Л. Показаньєва. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: http://mkdgm.org.ua/wp-content/uploads/2018/02/%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3.%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD..pdf (дата звернення: 19.05.2020).
17. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя Т.2. – М.: Машиностроение, 1985. – 496с.
18. Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. 2-е изд., перераб. И доп. М.: Машиностроение, 1990. 512с.
19. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя Т.1. – М.: Машиностроение, 1986. – 656с.
20. Каталоги Walter Tools, TaeguTec, Tungaloy, ISCAR, Sandvik Coromant, SECO

ДОДАТКИ

						Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Додаток А. Керуюча програма для верстатів з ЧПК

КП для фрезерного верстату з ЧПК HAAS UMC-750; Операція 015

%

O00150

(Machine)

(vendor: Haas Automation)

(model: HAAS UMC-750)

(T7 D=15. CR=3.75 - ZMIN=-38. - bullnose end mill)

N10 G90 G94 G17

N15 G21

N20 G53 G0 Z0.

(Ramp1)

N25 T7 M6

N30 S3000 M3

N35 G54

N40 G53 G0 X-736.6 Y-203.2

N45 G0 B0. C0.

N50 M8

N55 G0 X-29.512 Y-9.181

N60 G43 Z10. H7

N65 G0 Z0.

N70 G3 X-27.143 Y-7.743 I0.887 J1.21 F1000.

N75 G1 X-27.147 Y-7.714

N80 X-27.189 Y-7.428 Z-0.002

N85 X-27.226 Y-7.143 Z-0.003

N90 X-27.261 Y-6.857 Z-0.005

N95 X-27.291 Y-6.571 Z-0.007

						Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N100 X-27.319 Y-6.286 Z-0.008

N105 X-27.342 Y-6. Z-0.01

N110 X-27.363 Y-5.714 Z-0.012

N115 X-27.38 Y-5.429 Z-0.013

N120 X-27.394 Y-5.143 Z-0.015

N125 X-27.405 Y-4.857 Z-0.017

N130 X-27.414 Y-4.571 Z-0.018

N135 X-27.417 Y-4.286 Z-0.02

N140 X-27.42 Y-4. Z-0.022

N145 X-27.418 Y-3.714 Z-0.023

N150 X-27.414 Y-3.429 Z-0.025

N155 X-27.406 Y-3.143 Z-0.027

N160 X-27.397 Y-2.857 Z-0.028

N165 X-27.384 Y-2.571 Z-0.03

N170 X-27.368 Y-2.286 Z-0.032

N175 X-27.351 Y-2. Z-0.033

N180 X-27.328 Y-1.714 Z-0.035

N185 X-27.305 Y-1.429 Z-0.037

N190 X-27.278 Y-1.143 Z-0.038

N195 X-27.248 Y-0.857 Z-0.04

N200 X-27.217 Y-0.571 Z-0.042

...

N19395 X-29.479 Y-4.571

N19400 X-29.481 Y-4.286

N19405 Y-4.

N19410 X-29.478 Y-3.714

N19415 X-29.472 Y-3.429

N19420 X-29.463 Y-3.143

						Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N19425 X-29.452 Y-2.857

N19430 X-29.438 Y-2.571

N19435 X-29.421 Y-2.286

N19440 X-29.402 Y-2.

N19445 X-29.38 Y-1.714

N19450 X-29.371 Y-1.609

N19455 G3 X-31.835 Y-0.338 I-1.495 J0.125

N19460 G0 Z10.

N19465 M5

N19470 M9

N19475 G53 G0 Z0.

N19480 G53 G0 X-736.6 Y-203.2

N19485 G28 G91 C0.

N19490 G90

N19495 G0 B0. C0.

N19500 M30

%

КП для токарного верстату з ЧПК моделі 16К20Ф3; Операція 020

%

O0020 ()

N10 G98 G18

N11 G21

N12 G50 S6000

N13 M31

N14 G53 G0 X0.

						Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(Drill3)

N15 T101

N16 G98

N17 M22

N18 G97 S2000 M3

N19 G54

N20 M8

N21 G0 X0. Z15.

N22 G0 Z5.

N23 G81 X0. Z-27. R2. F333.3333

N24 G80

N25 Z15.

N26 M9

N27 G53 X0.

(Profile Roughing6)

N28 M1

N29 T606

N30 G99

N31 M22

N32 G97 S5000 M3

N33 G54

N34 M8

N35 G0 X0.737 Z5.

N36 G50 S5000

N37 G96 S200 M3

N38 G0 Z1.5

N39 X5.737

						Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N40 G1 Z-26.9 F1.

N41 X3.737

N42 G0 Z1.5

N43 X7.737

N44 G1 Z-26.9 F1.

N45 X5.737

N46 X3.737 Z-25.9

N47 G0 Z1.5

N48 X9.737

N49 G1 Z-26.9 F1.

N50 X7.737

N51 X5.737 Z-25.9

N52 G0 Z1.5

N53 X11.737

N54 G1 Z-26.9 F1.

N55 X9.737

N56 X7.737 Z-25.9

N57 G0 Z1.5

N58 X13.737

N59 G1 Z-26.9 F1.

N60 X11.737

N61 X9.737 Z-25.9

N62 G0 Z1.5

N63 X15.737

N64 G1 Z-26.9 F1.

N65 X13.737

...

						Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

...

N154 Z5.

N155 G97 S5000 M3

N156 M9

N157 M33

N158 G53 X0.

N159 G53 Z0.

N160 M30

%

КП для фрезерного верстату з ЧПК HAAS UMC-750; Операція 025
: (PGM, NAME="10010")
; MACHINE
; VENDOR HAAS
; DESCRIPTION HAAS WITH AB-AXES
; T2 D=6 CR=0 - FLAT END MILL
; T3 D=10 CR=5 - BALL END MILL
; T4 D=6 CR=0 TAPER=118DEG - DRILL
; T5 D=6 CR=0 - RIGHT HAND TAP
; T6 D=8 CR=0 TAPER=118DEG - DRILL
: G90 G40 G94
G17
G71
M26
; ADAPTIVE6
M26
:T3 M6

						Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

M26

:T2

S5000 M3

H0

M10

M50

G0 A0. B0.

M11

M51

M8

G0 X-51.02 Y-29.421

Z15

Z5

Z-8

G1 Z-9 F1000

X-51.018 Y-29.413 Z-9.121

X-51.013 Y-29.392 Z-9.239

X-51.004 Y-29.358 Z-9.355

X-50.992 Y-29.31 Z-9.465

X-50.976 Y-29.249 Z-9.568

X-50.958 Y-29.177 Z-9.663

X-50.937 Y-29.094 Z-9.749

X-50.913 Y-29.002 Z-9.823

X-50.887 Y-28.902 Z-9.885

X-50.86 Y-28.795 Z-9.935

X-50.831 Y-28.684 Z-9.971

X-50.802 Y-28.569 Z-9.993

X-50.772 Y-28.452 Z-10

						Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

G17 G3 X-49.989 Y-23.008 I-75.503 J-22.117

G1 Y-22.707

X-49.845 Y-21.514

X-49.811 Y-21.444

...

Y-5.218 Z-31.495

Y-5.001 Z-31.5

Y0.593

G3 Y1.156 Z-31.035 J0.572 K-30.9

G1 X22.017 Y1.177 Z-30.944

X22.039 Y1.198 Z-30.855

X22.075 Y1.218 Z-30.77

X22.125 Y1.236 Z-30.692

X22.186 Y1.252 Z-30.622

X22.257 Y1.265 Z-30.562

X22.338 Y1.277 Z-30.514

X22.425 Y1.285 Z-30.479

G0 X50

G17

M5

M26

; DRILL1

M9

M1

M26

:T4 M6

M26

:T5

						Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

S5000 M3

H0

M10

M50

G0 A90. B90.

M11

M51

M8

G0 X48 Y19.75

Z-27

G17

G0 X38

X26.5

G1 X-19.279 F1000

G0 X38

Y7.75 Z-19.5

X26.5

G1 X-8.889 F1000

G0 X38

Y19.75 Z-12

X26.5

G1 X1.501 F1000

G0 X38

X48

M5

M26

; DRILL2

M9

						Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

M1

M26

:T5 M6

M26

:T6

S5000 M3

H0

M10

M50

A90. B90.

M11

M51

M8

G0 X41 Y19.75

Z-27

G17

G0 X33

X26.5

M9

M26

M10

M50

A0. B0.

M11

M51

G0 X0 Y0

M30

M2

						Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Додаток Б. Специфікація до складального креслення інструменту

						Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Додаток В. Специфікація до пристосування

						Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Додаток Г. Операційні карти

						Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Додаток Д. Ескізни карти

						Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																			010
Р							ПИ		D или B		L	t	i	S	n	V			
01									мм		мм	мм		мм/об	хв. ⁻¹	м/с			
02																			
O03	3. Точити циліндр Ø50 витримуючи розмір 2.																		
T04	392190 – Різець прохідний SDACL, T15K6; ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89																		
P05							Ø50		38		2	5	0,5	1000	150				
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
OK																			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

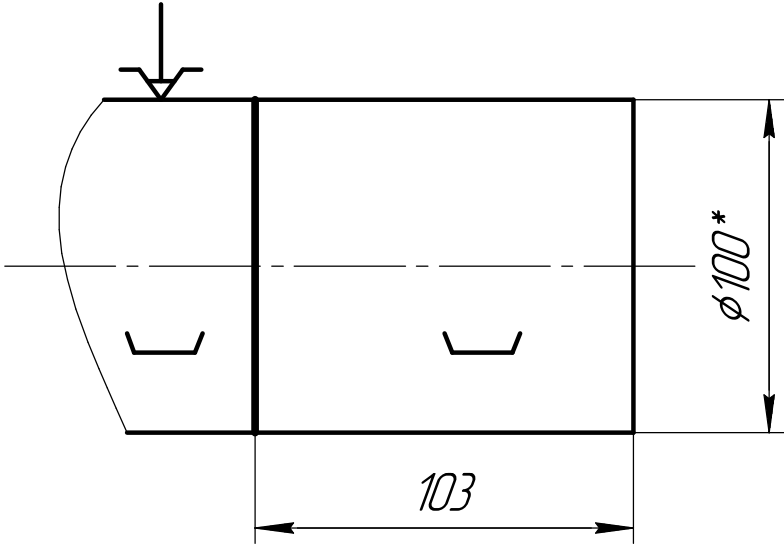
Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																				025
Р							ПИ		D или B		L	t	i	S	n	V				
01									мм		мм	мм		мм/об	хв. ⁻¹	м/с				
02																				
O03	3. Свердли 3 отвори Ø5,5 на всю довжину.																			
T04	395321 – Свердло спіральне , Р6М5 ГОСТ 10903-77																			
P05							Ø5,5		30	2,75	3	0,08	2850	1						
06																				
07																				
O08	4. Нарізати різьбу М6-7Н на всю довжину																			
T09	Мітчик машинний М6×0,5, Р6М5; 39411 – калібр різьбовий																			
P10							Ø6		30	0,25	3	0,05	200	0,7						
11																				
12																				
O13	5. Свердли отвір Ø8 на глибину L=5 мм																			
T14	395321 – Свердло спіральне . Р6М5, ГОСТ 10903-77; ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89																			
P15							Ø8		5	4	1	0,16	600	1,2						
16																				
17																				
O18	6. Свердли отвір Ø4 під кутом 75* наскрізно																			
T19	395321 – Свердло твердосплавне Ø4 DSX0400F05; ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89																			
P20							Ø4			2	1	0,19	950	1						
OK																				

[illegible]

Дудл.			
Взам.			
Подл.			

Разрад.	Гурич Е.С.			НТУУ КПІ "імені Ігоря Сікорського"			
Провер.	Парненко В.С.						
Н.контр.	Парненко В.С.			Державка			ДП 005

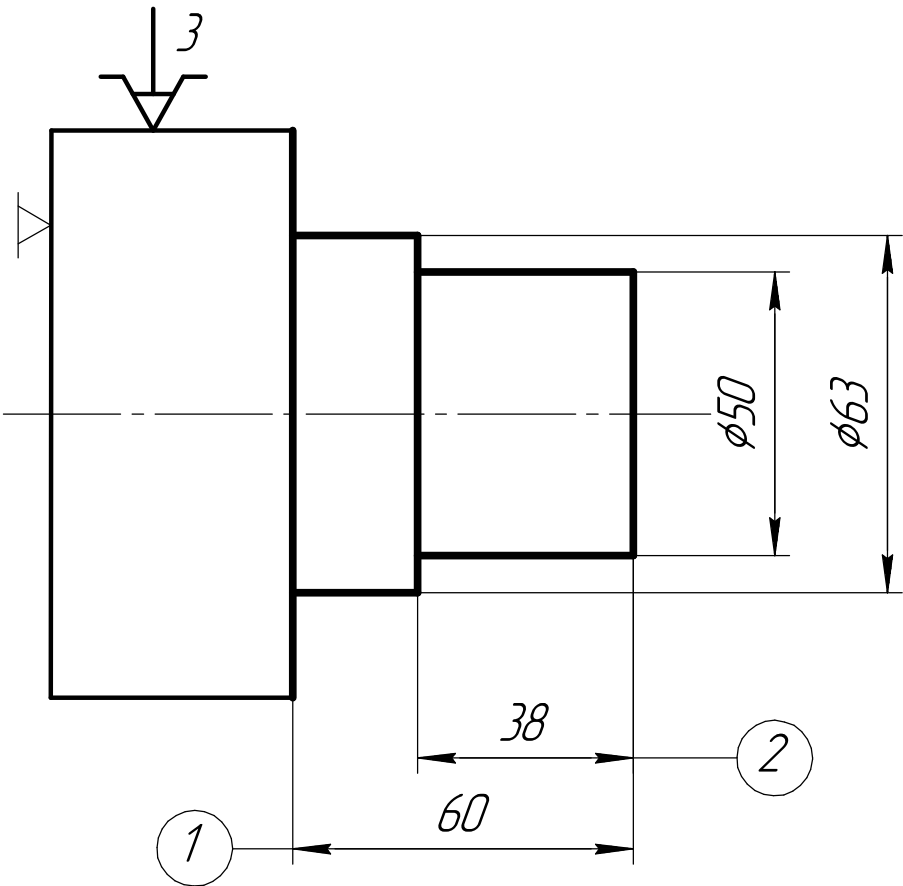
▽ Ra 6,3 (✓)



*Розмір для довідок.

Дудл.																				
Взам.																				
Подл.																				

Разрад.	Гурич Е.С.			НТУУ КПІ "імені			
Провер.	Парненко В.С.			Ігоря Сікорського"			
Н.контр.	Парненко В.С.			Державка		ДП	010

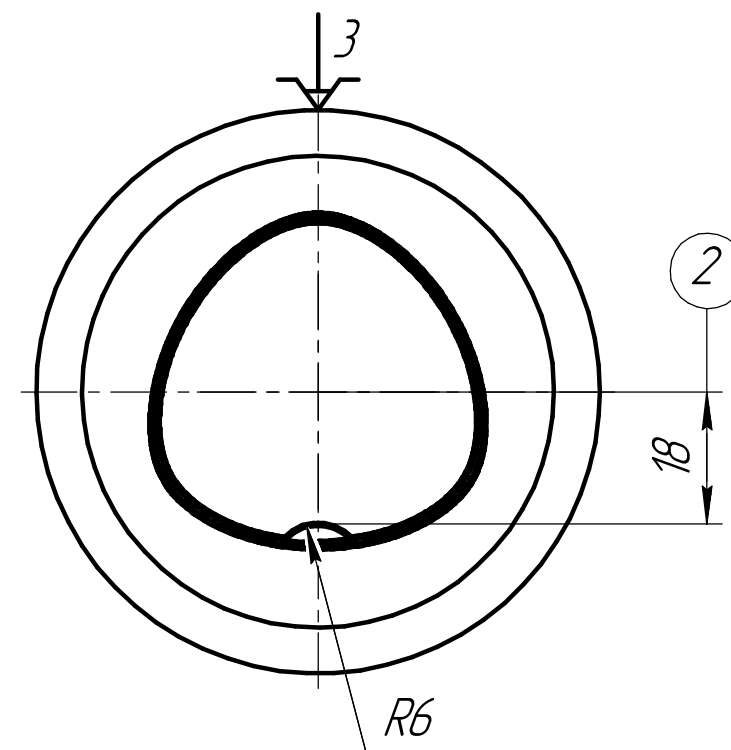
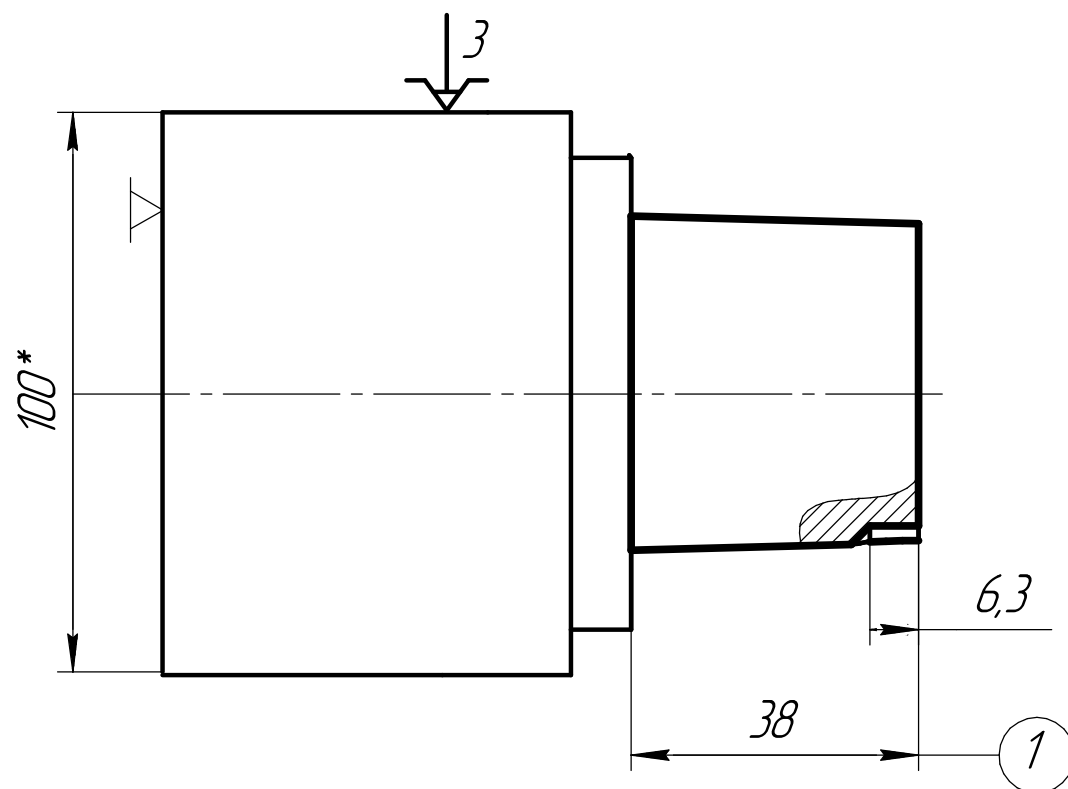


$\nabla Ra 6,3 (\nabla)$

*Розмір для довідок.

[illegible]

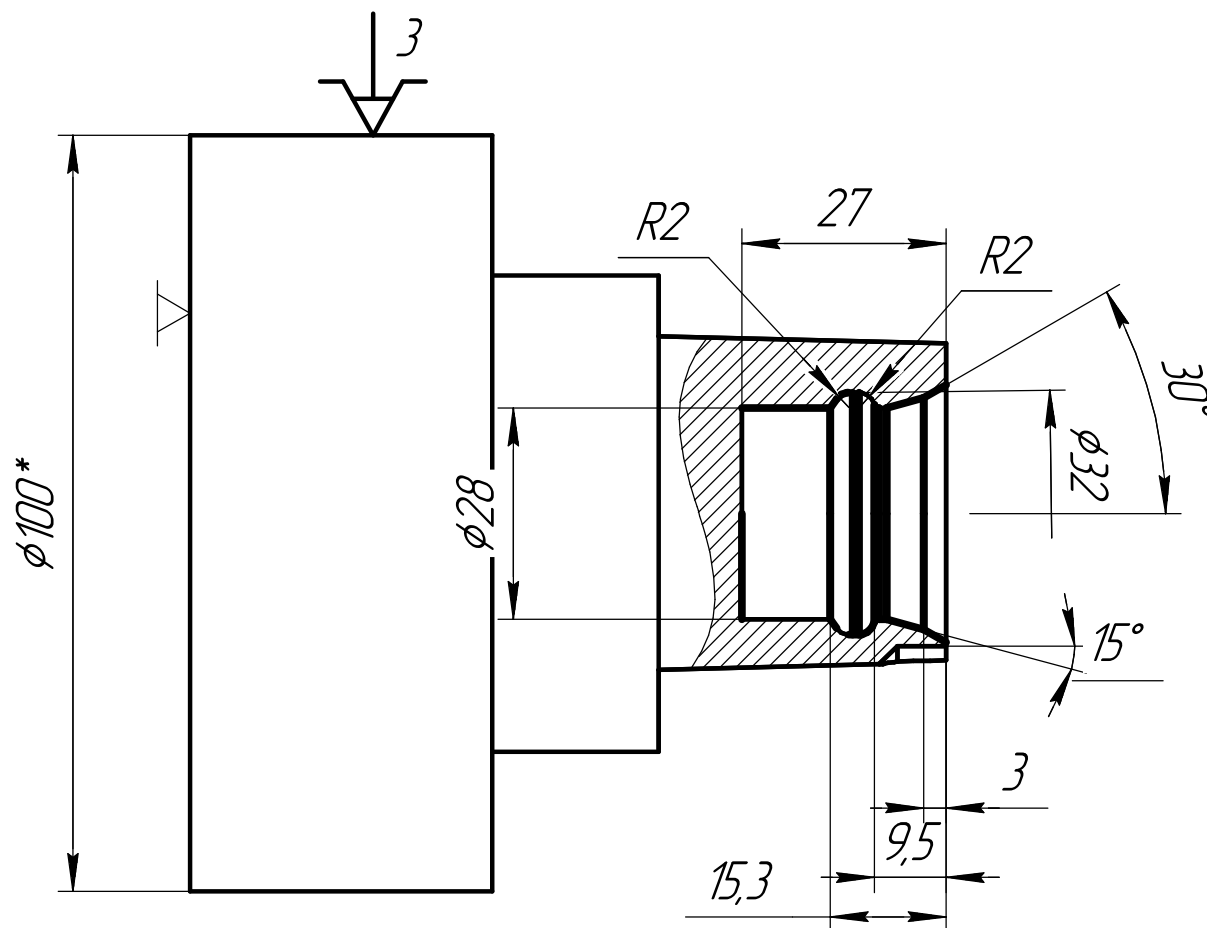
▽ Ra 6,3 (✓)



**Розмір для довідок.*

[illegible]

▽ Ra 6,3 (✓)

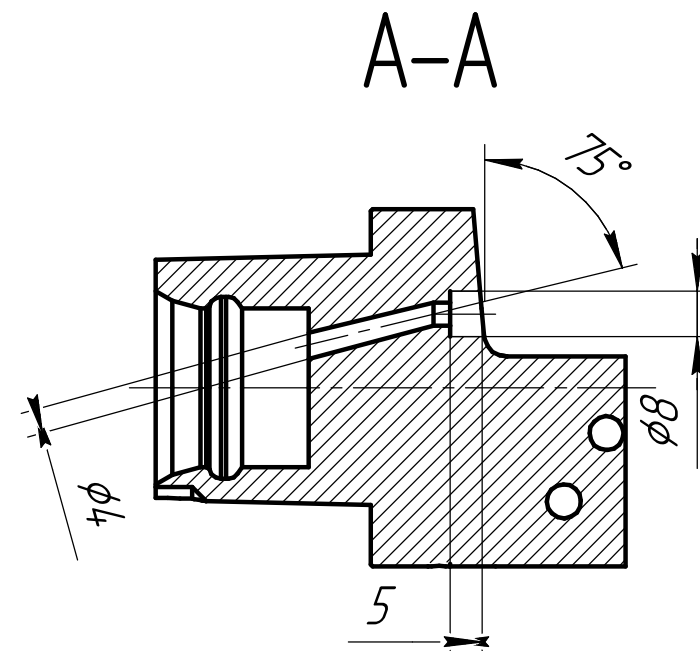
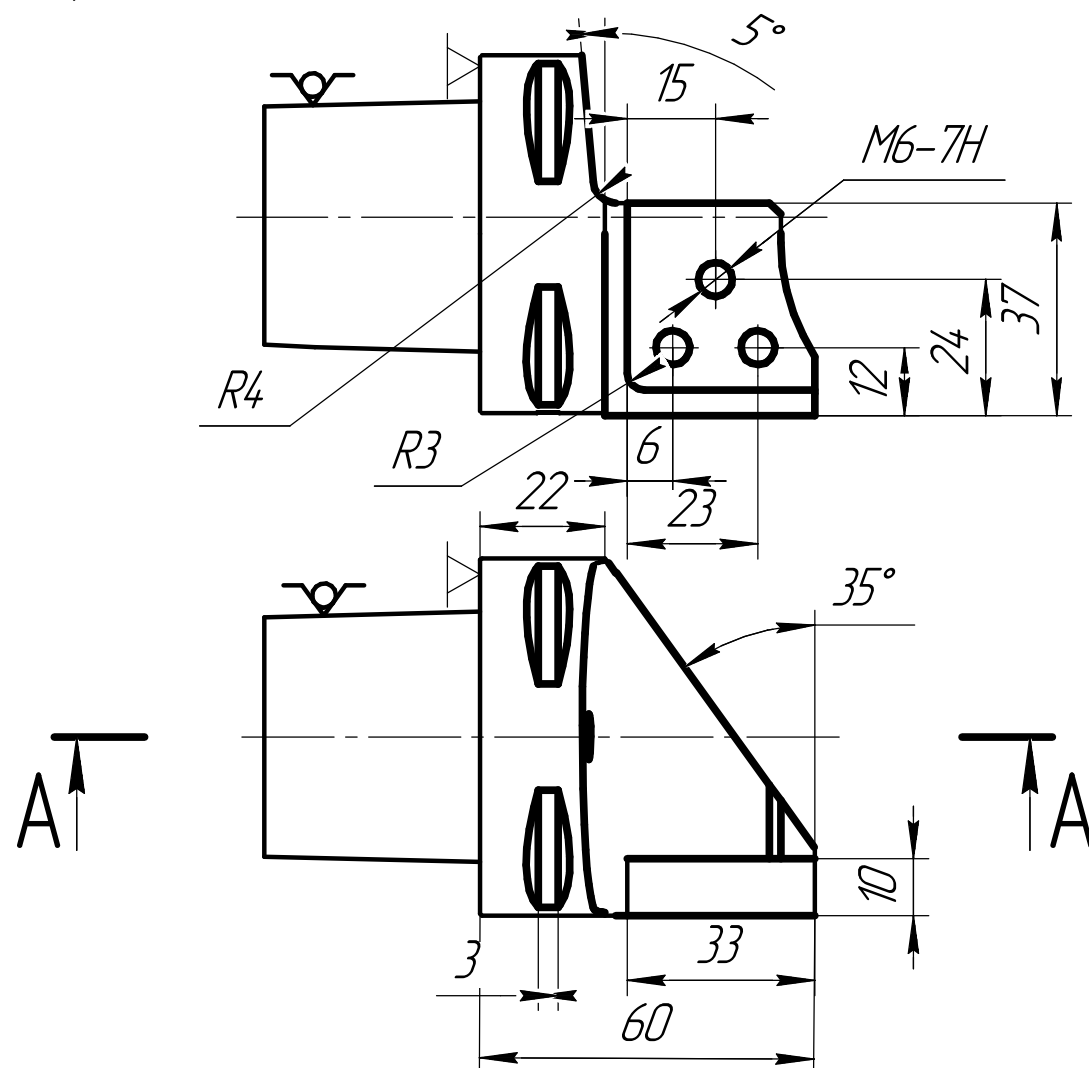


*Розмір для довідок.

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Гирич Е.С.			НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського"			389216	20160		025
Провер.	Парненко В.С.									
Н.контр.	Парненко В.С.			Державка			ДП			

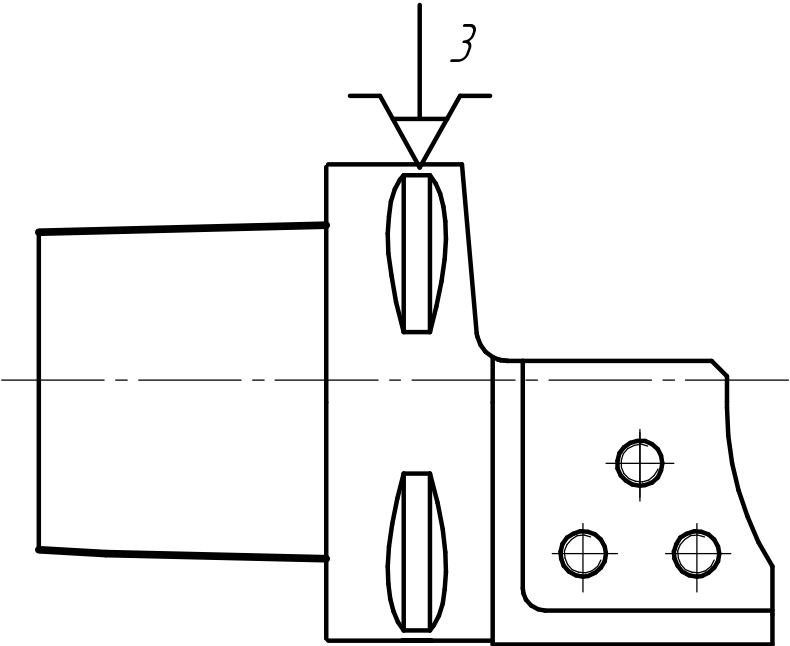


*Розмір для довідок.

Дудл.			
Взам.			
Подл.			

Разрад.	Гурич Е.С.			НТУУ КПІ "імені Ігоря Сікорського"			389216	
Провер.	Парненко В.С.						20160	
Н.контр.	Парненко В.С.			Державка			ДП	040

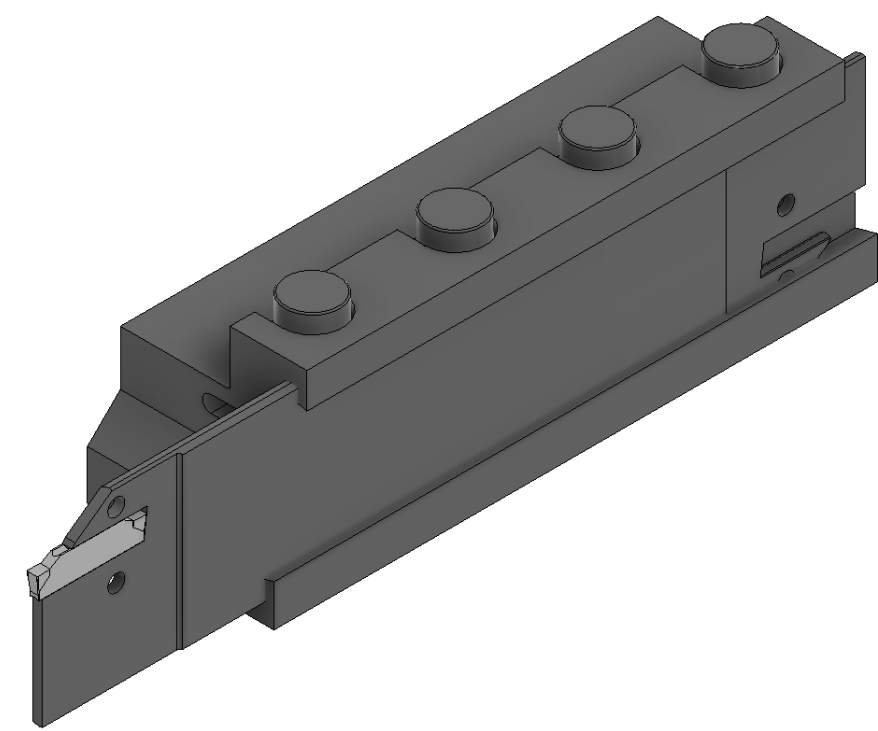
▽ Ra 6,3 (✓)



*Розмір для довідок.

Аналіз конструкції інструменту для точіння та оброблення канавок на верстатах з ЧПК

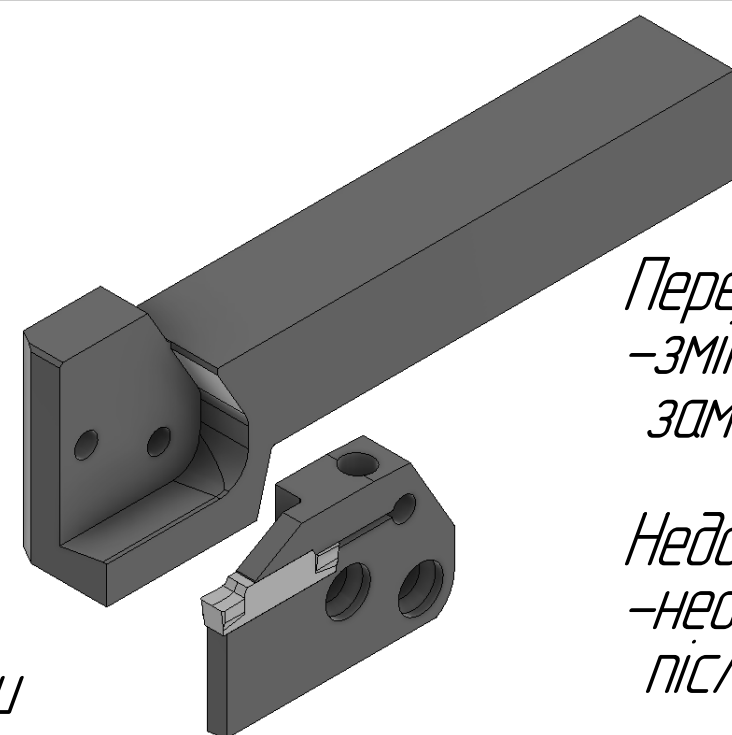
Види інструменту



Переваги:
- оброблення великих діаметрів;

Недоліки:
- обмеження операціями відрізання, точіння канавки

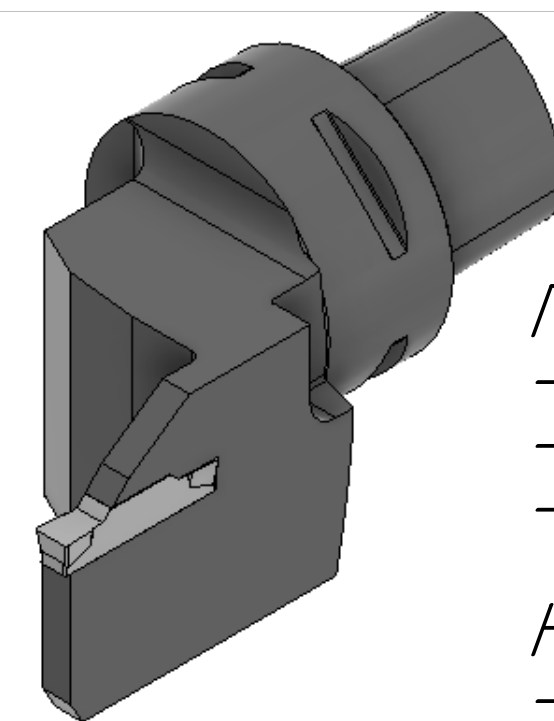
Блок з лезами для обробки канавок та відрізки фірми ISCAR



Переваги:
- зміна параметрів шляхом заміни картриджів

Недоліки:
- необхідність корегування після перенастроювання

Модульна система збірного різця зі змінними картриджами фірми TaeguTec

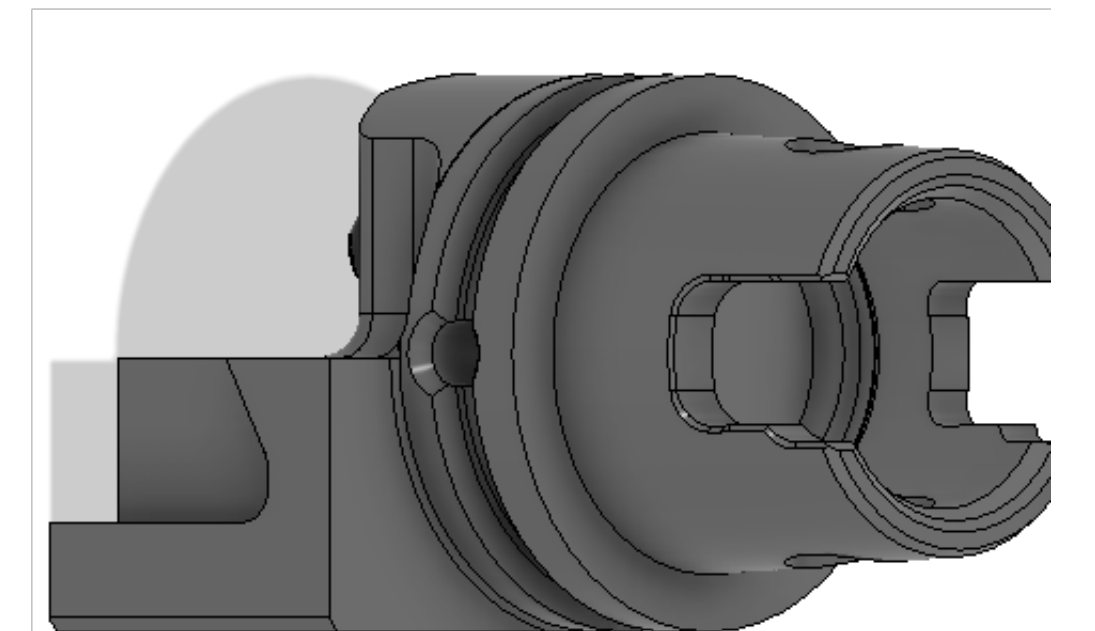


Переваги:
- швидкість встановлення;
- постійність дазування;
- висока повторюваність.

Недоліки:
- дороговизна виготовлення

Модульна головка фірми Sandvik

Види кріплення модульних головок

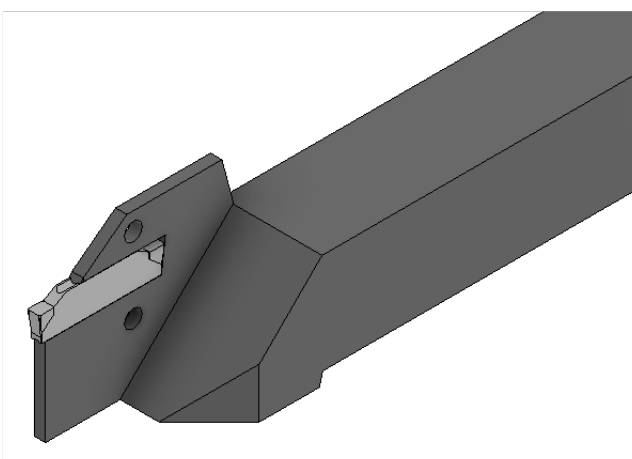


За допомогою хвостовика типу HSK
KENNAMETAL KM63XMZKGM5R50

Переваги:
- точність виготовлення;
- застосування для шпинделів високошвидкісної обробки

Недоліки:
- менша жорсткість;
- вимоги до виготовлення

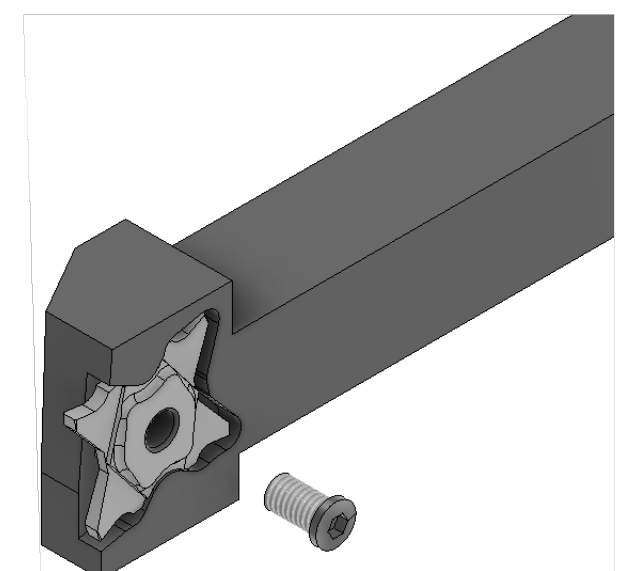
Схеми кріплення пластин



Переваги:
- компактність
- простота

Недоліки:
- сила затиску

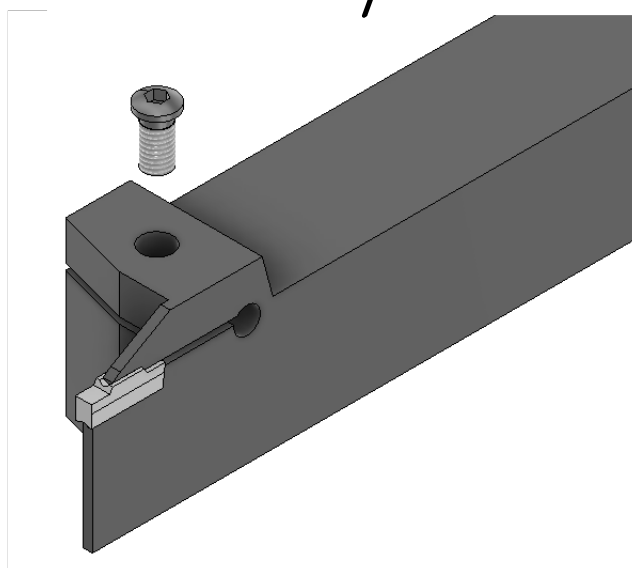
Кріплення пружним елементом



Переваги:
- багатогранні пластини;
- сприйняття великих сил різання

Недоліки:
- обмеження максимальної глибини різання

Бокове кріплення гвинтом



Переваги:
- сила затиску
- радіальне точіння

Недоліки:
- габарити

Верхнє кріплення прихватом за допомогою гвинта



Модульний різець зі змінними картриджами

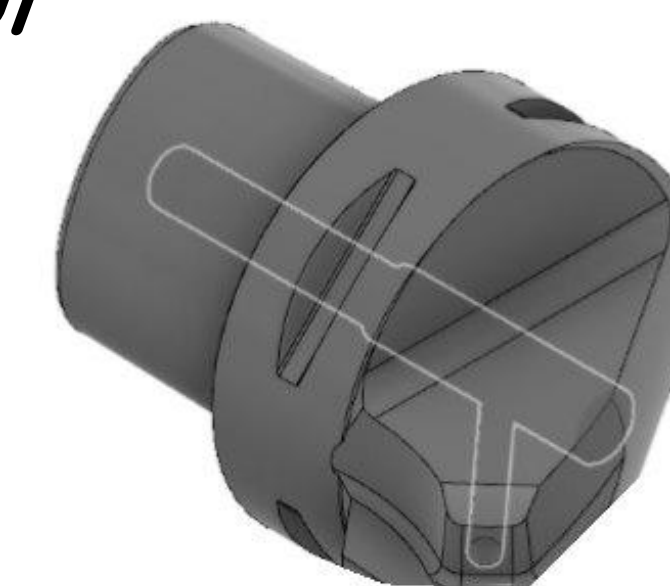
Способи підведення МОР



Переваги:
- простота

Недоліки:
- велика витрата рідини
- розбризкування рідини
- недостатня змащувальна дія

Гнучкою трубкою



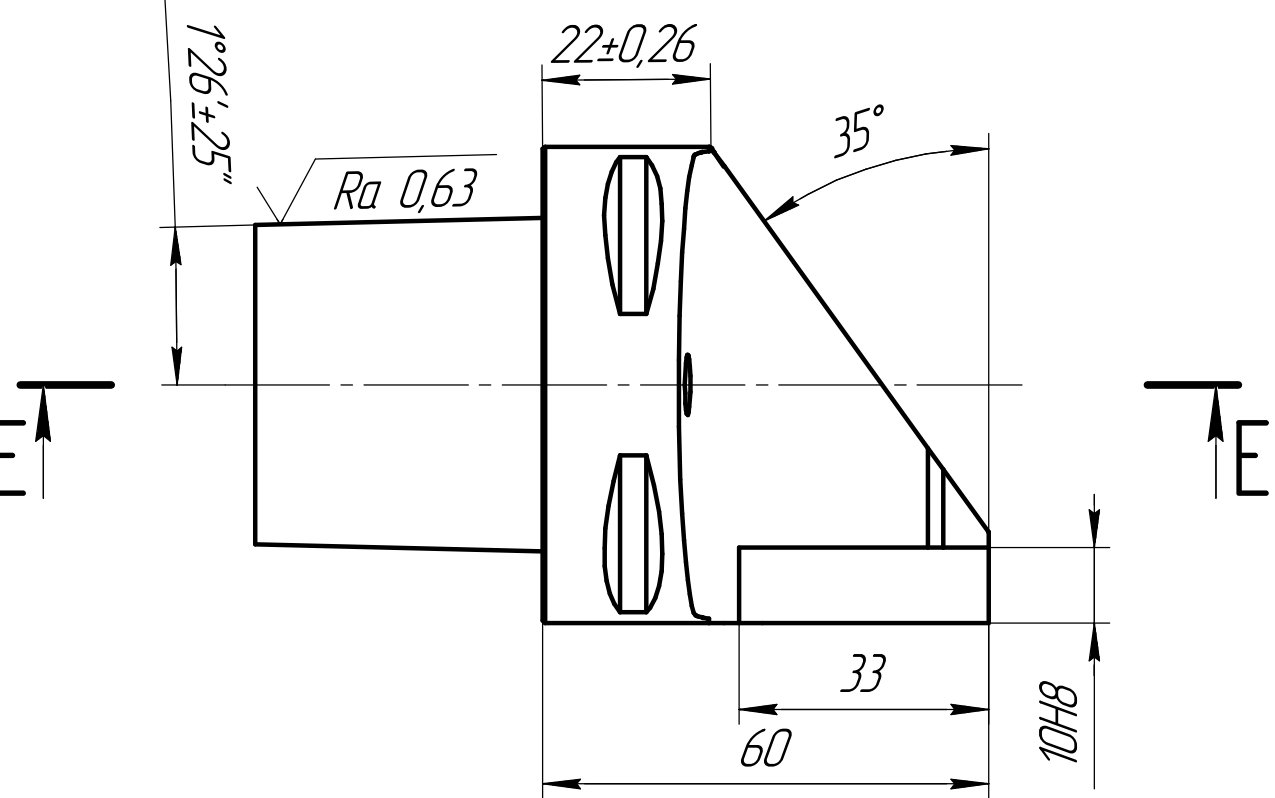
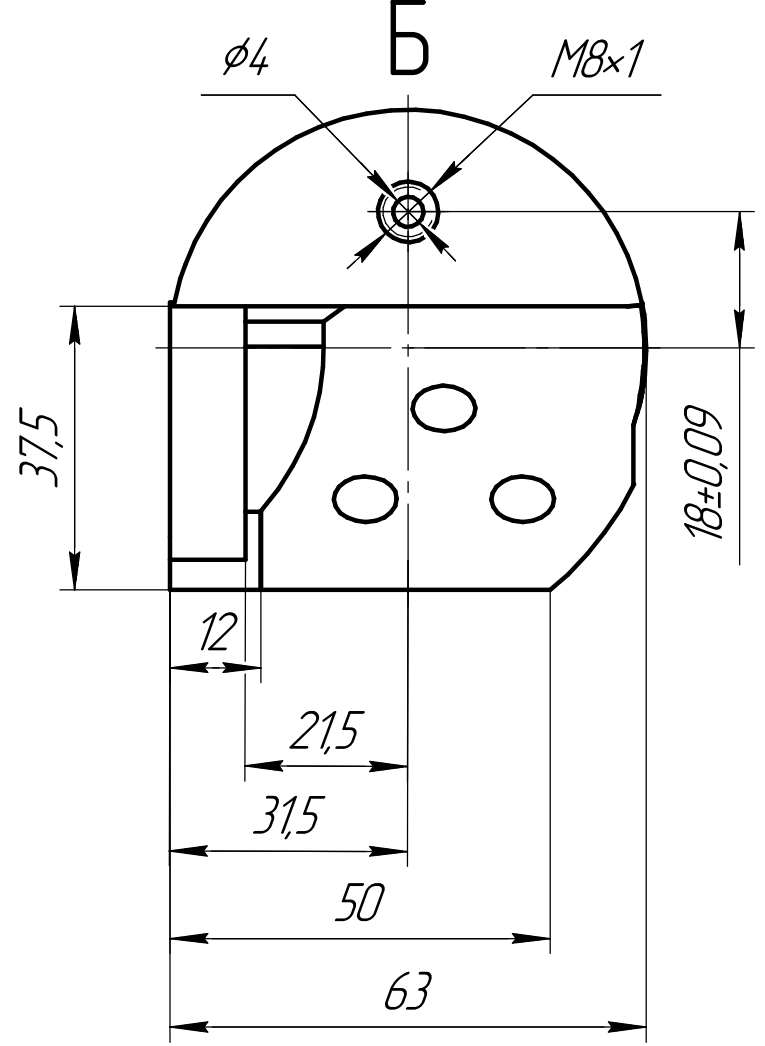
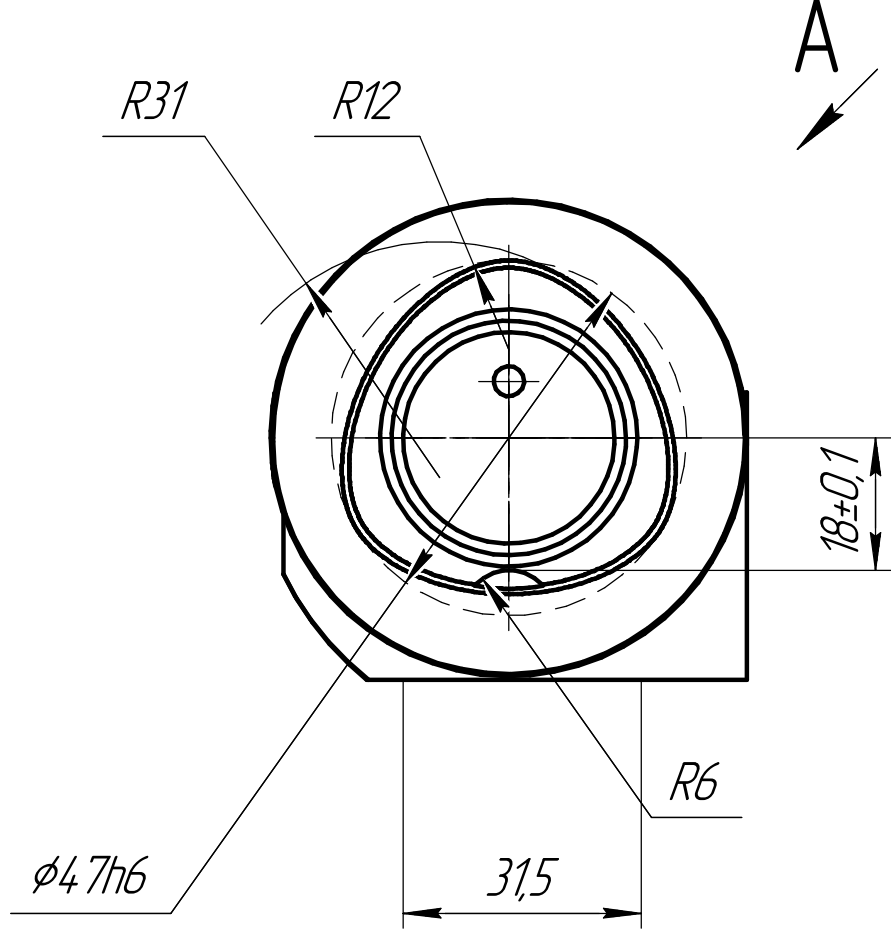
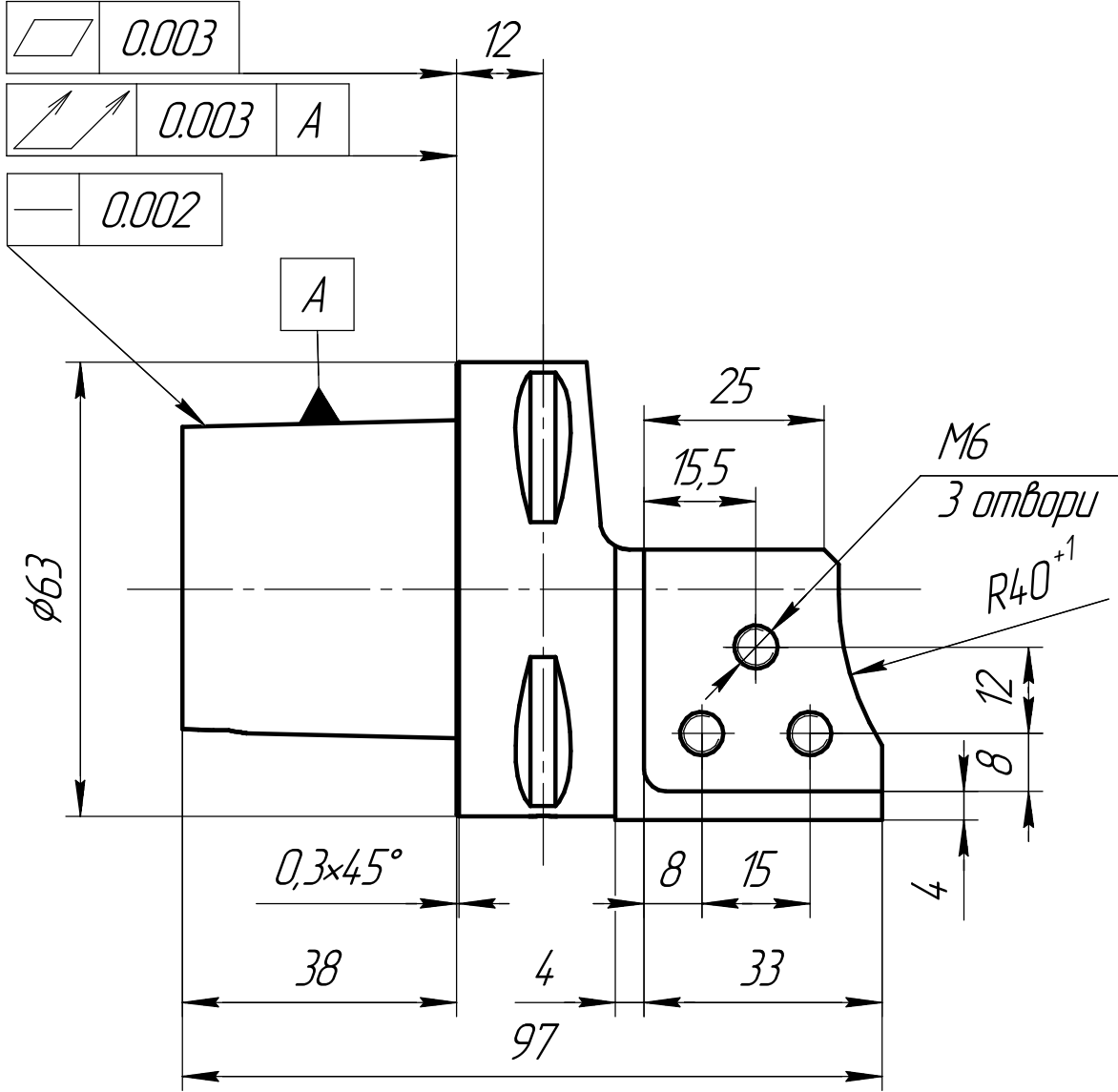
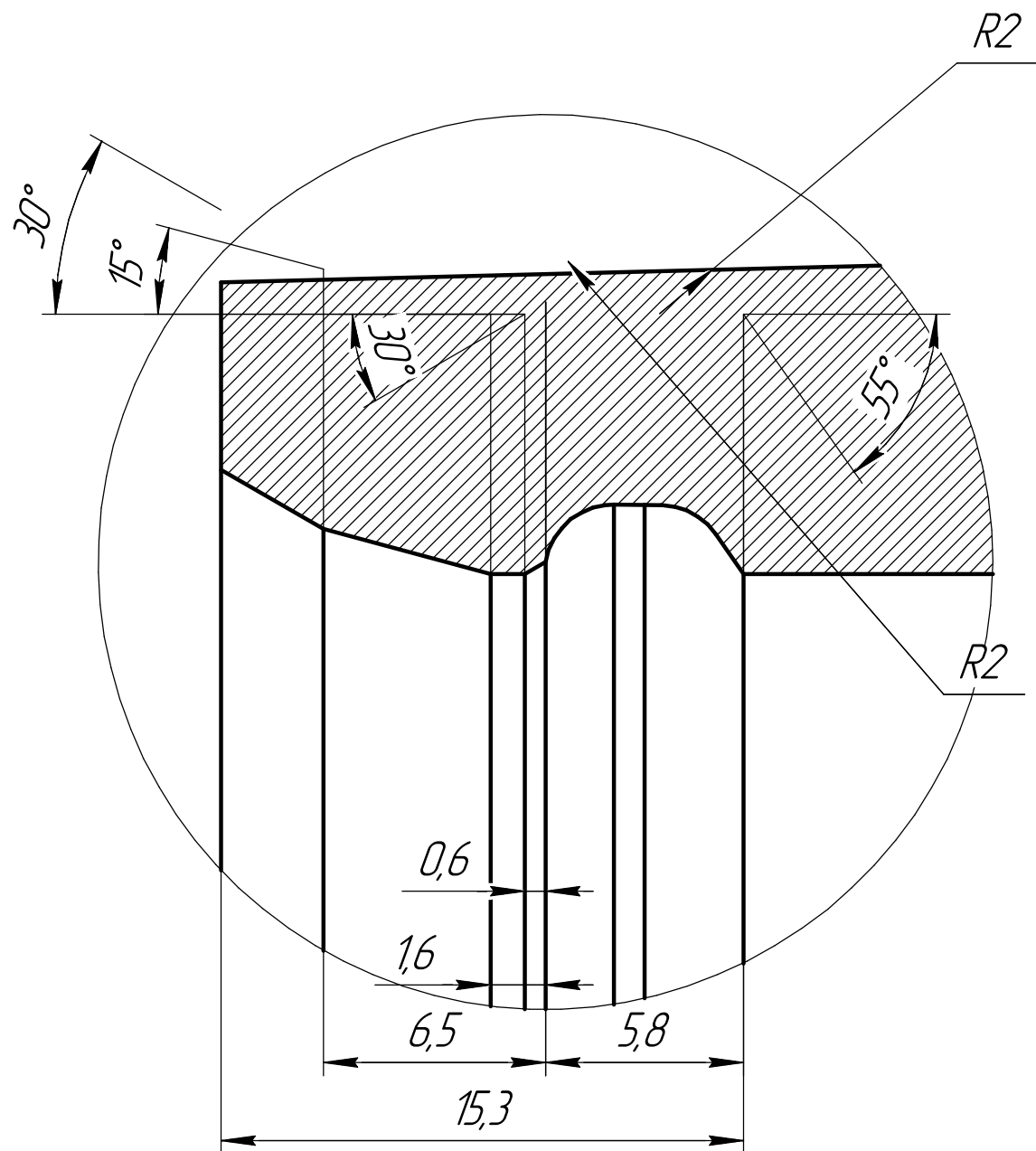
Переваги:
- високий тиск рідини
- точна подача рідини
- висока ефективність
- розбивання стружки

Недоліки:
- складність виготовлення

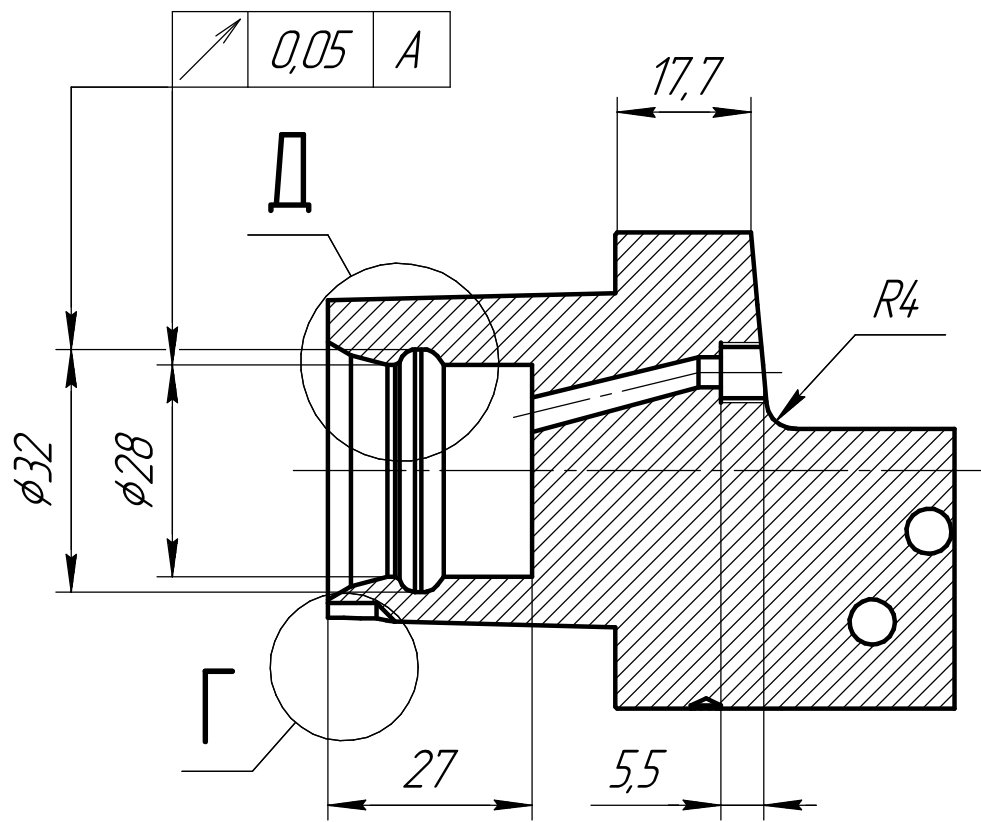
Через вісь інструменту

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

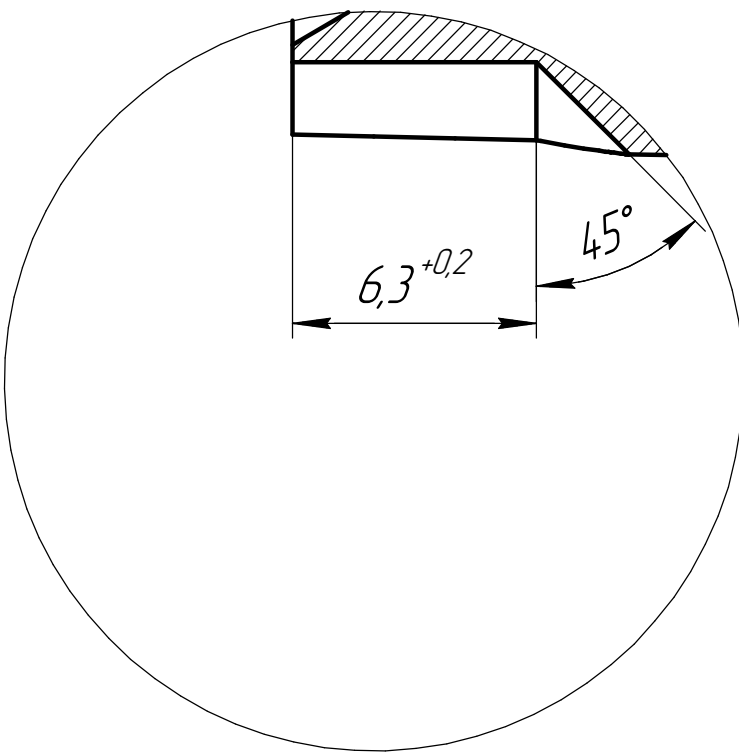
Д(5:1)



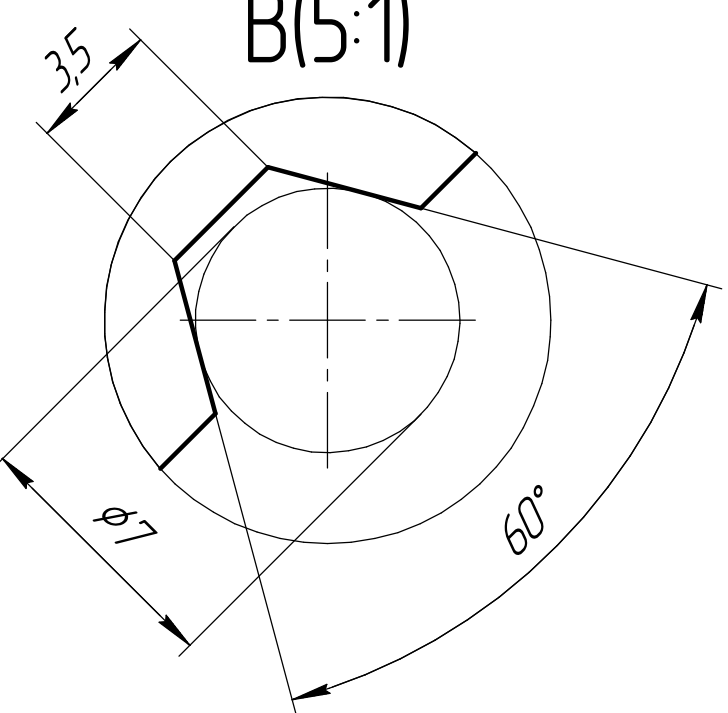
Е-Е(1:1)



Г(5:1)

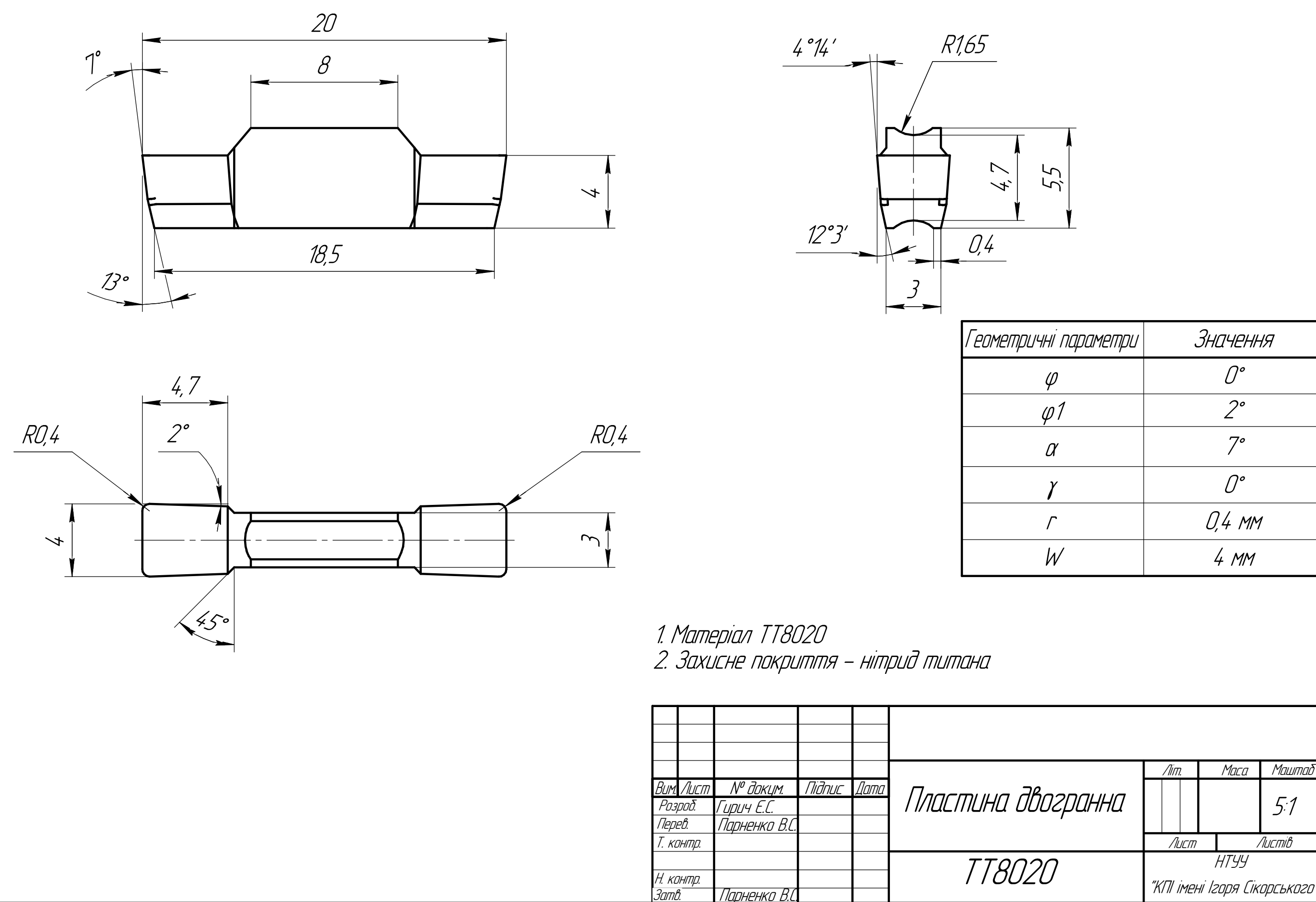
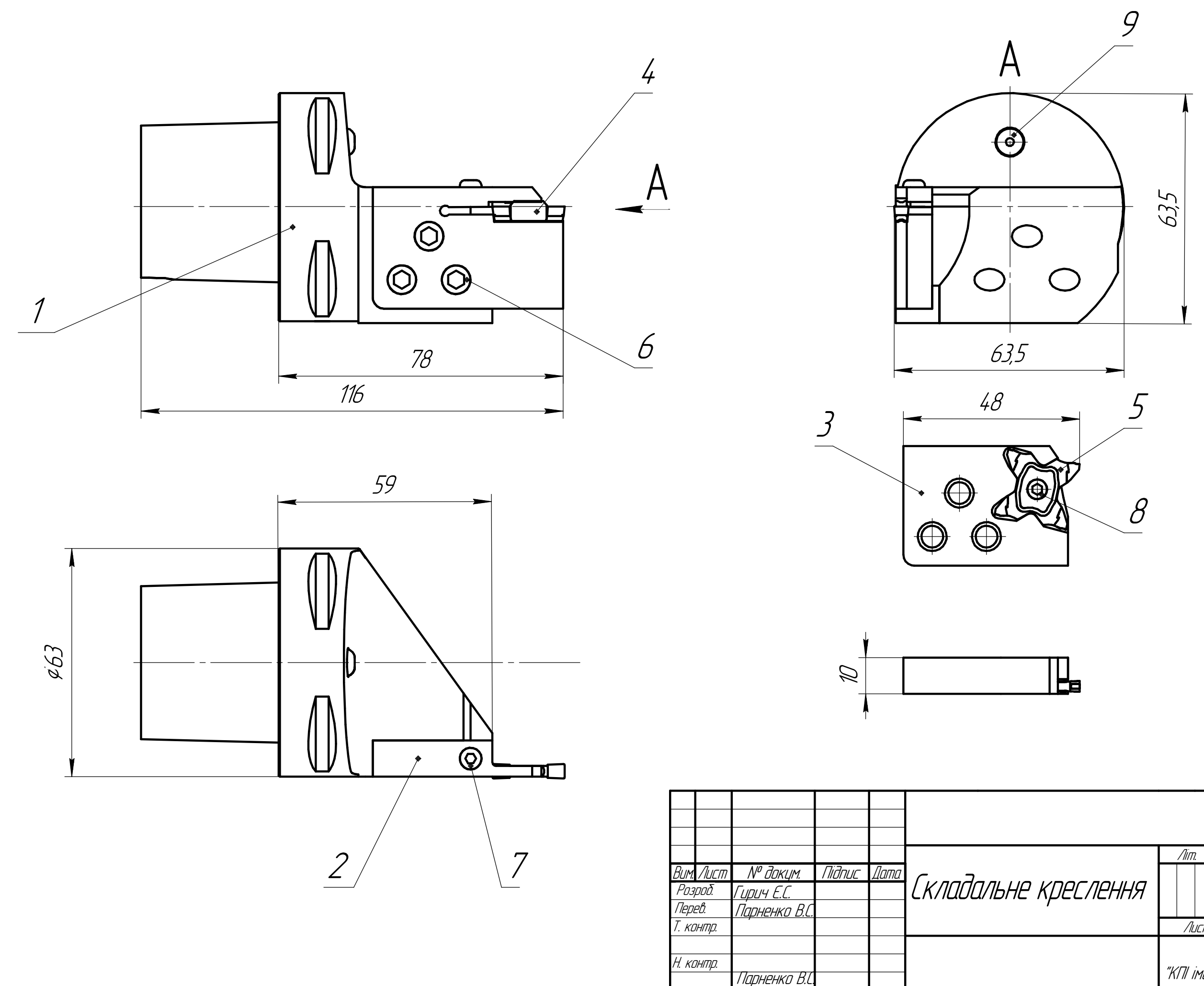
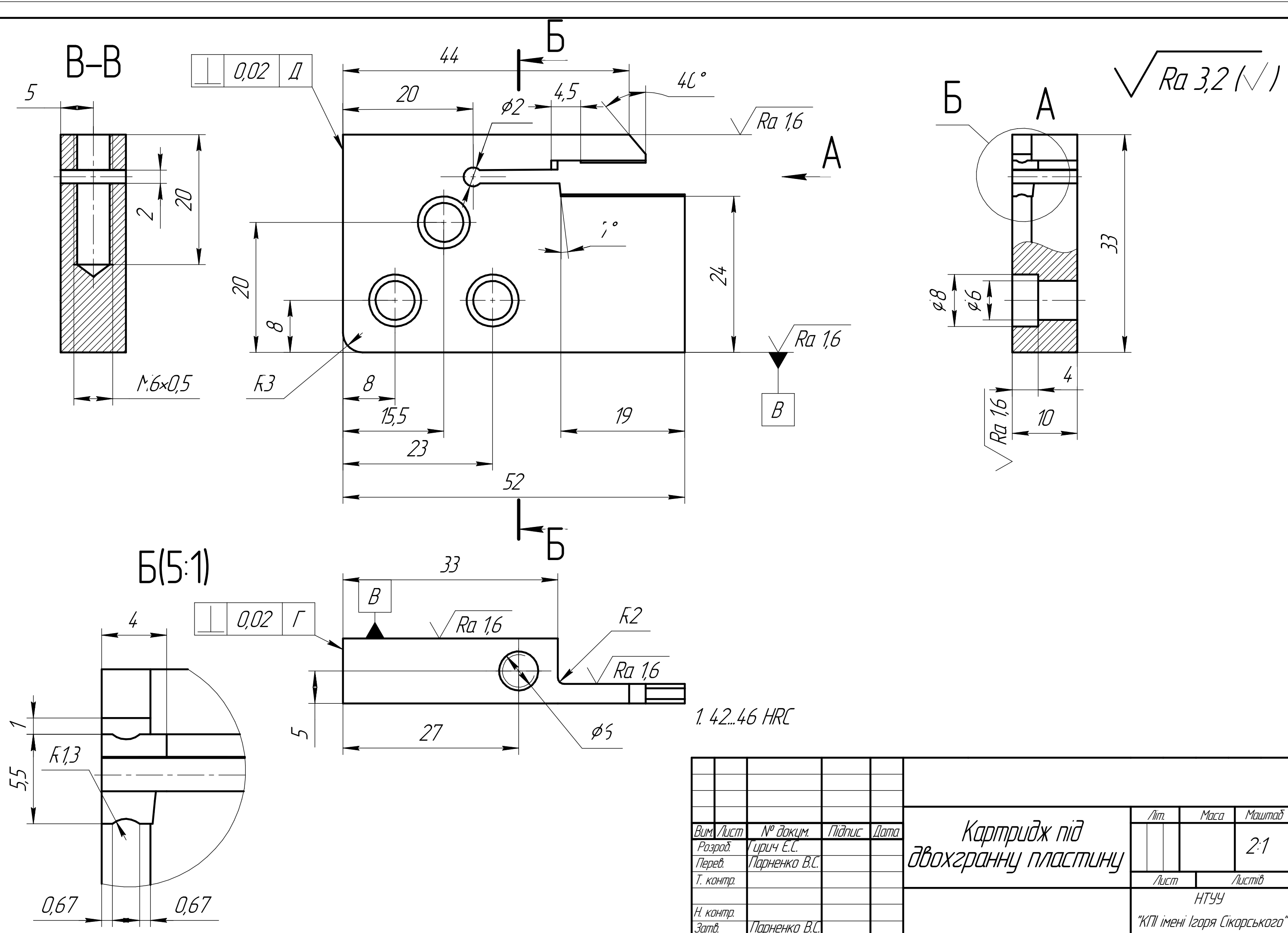


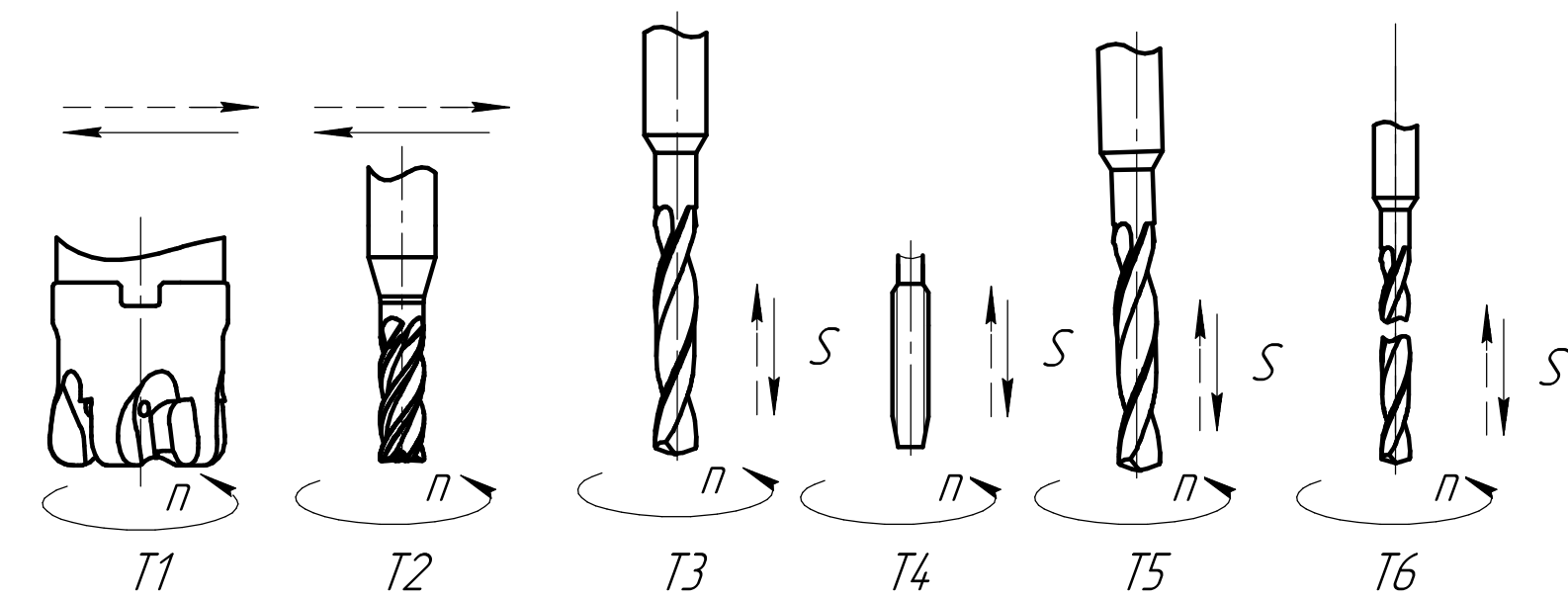
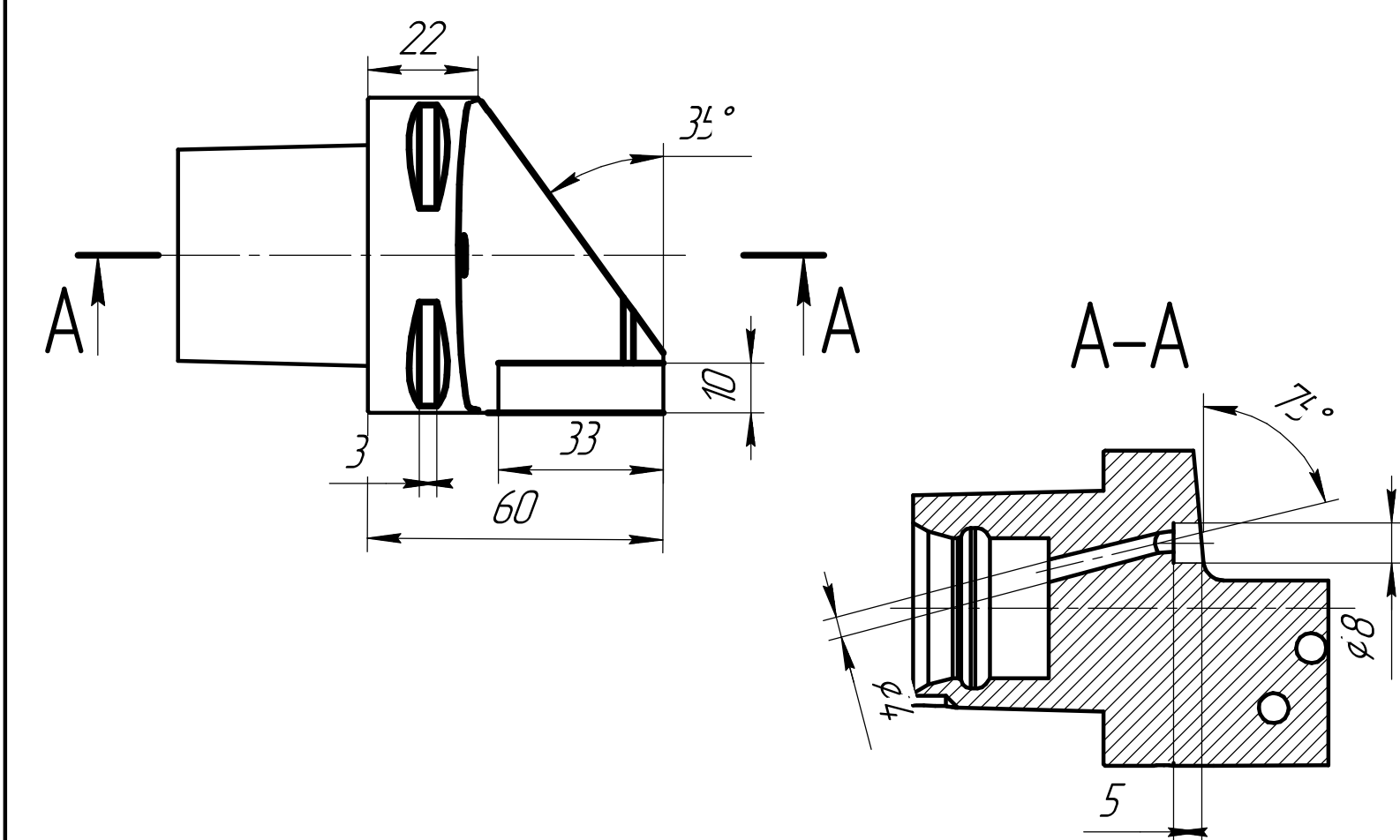
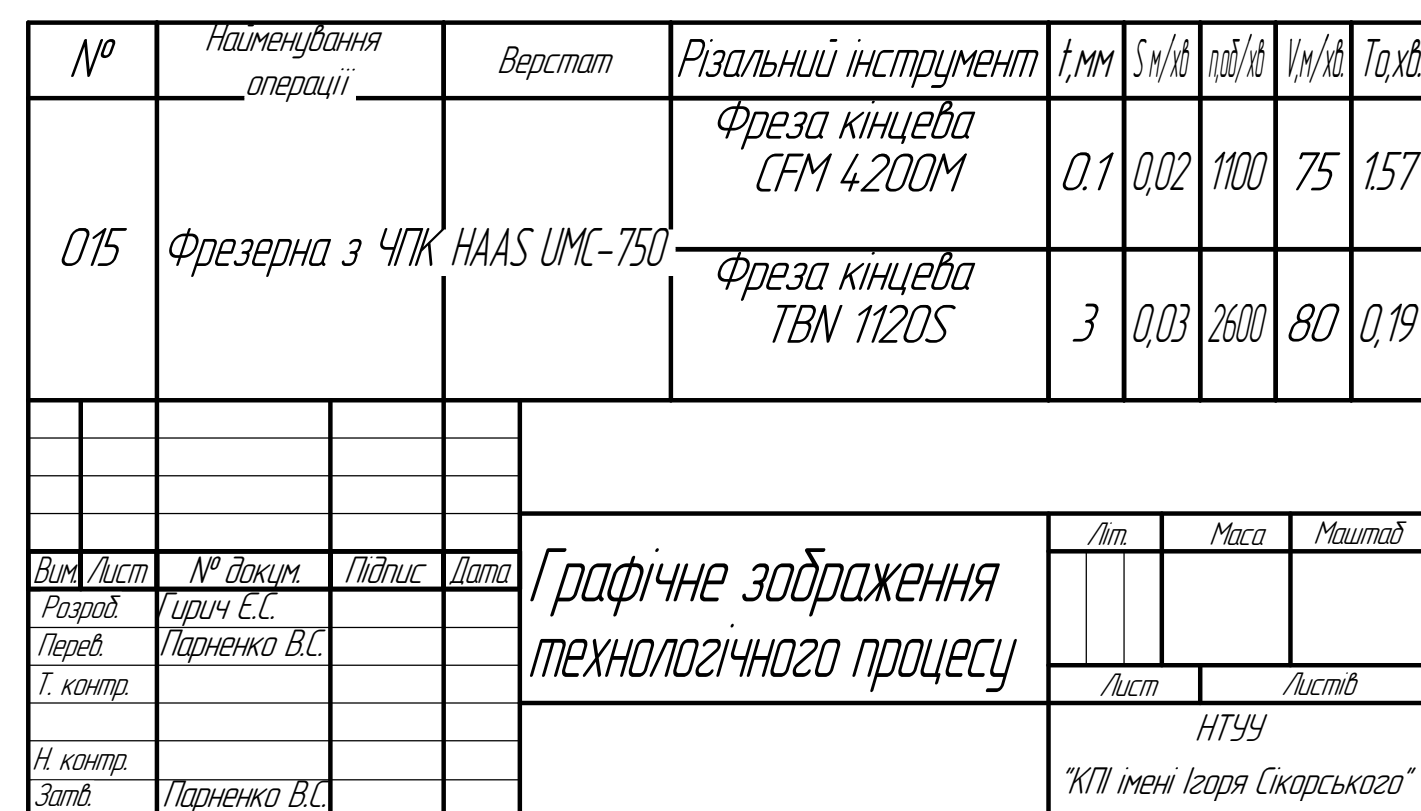
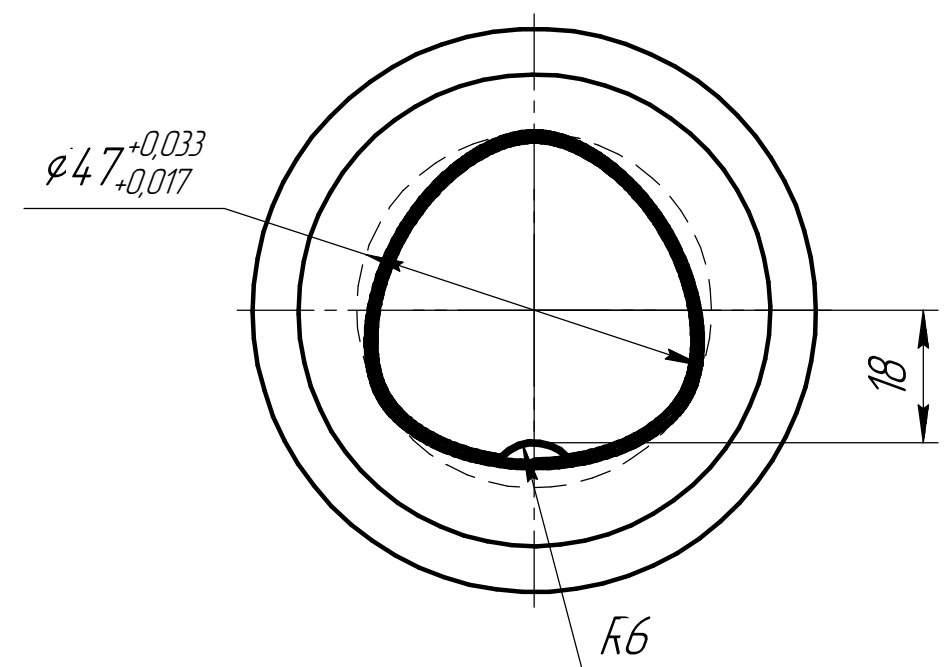
В(5:1)



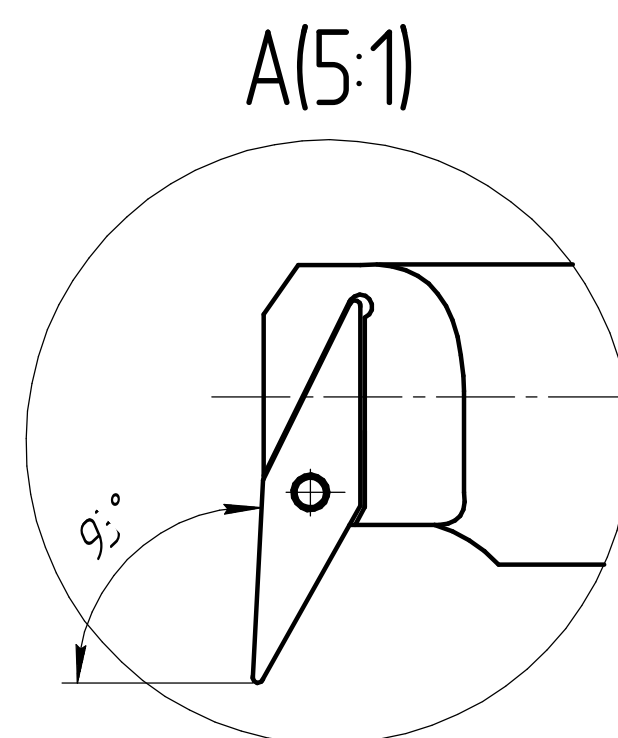
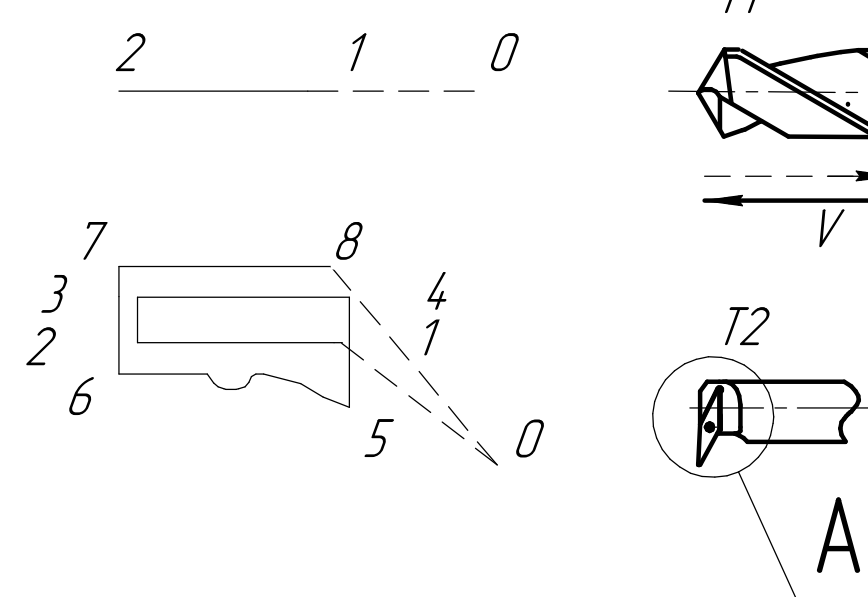
1 42...46 HRC
2 Маркувати лазером
IT14
3 H14; h14; ± 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Державка	
Разраб.	Гурин Е.С.					
Проб.	Парненко В.С.				Лист	Листов
Т.контр.					1	1
Н.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 7806-2015	
Утв.	Парненко В.С.					
				Копировал	Формат А1	

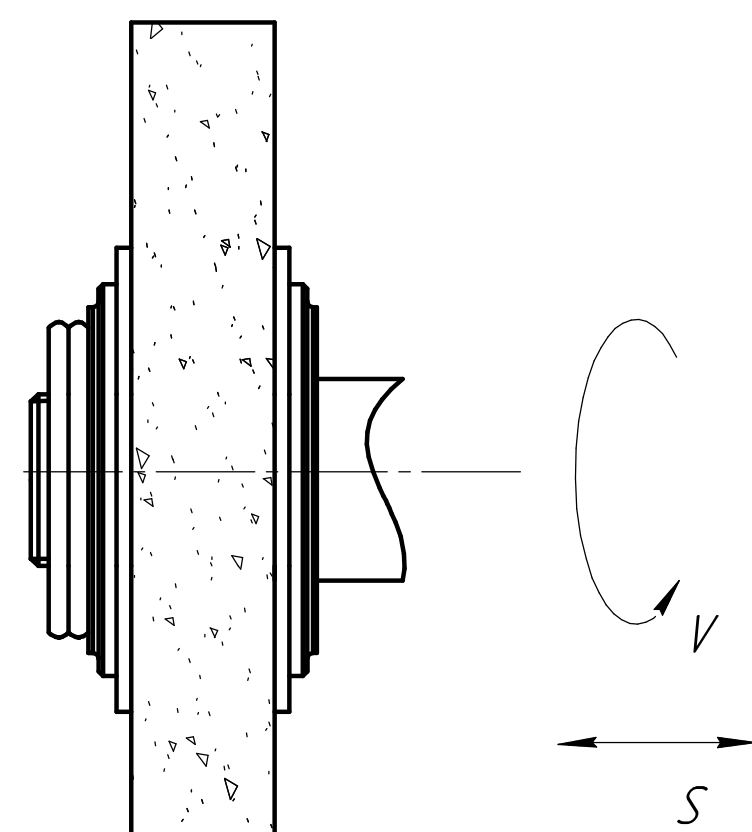
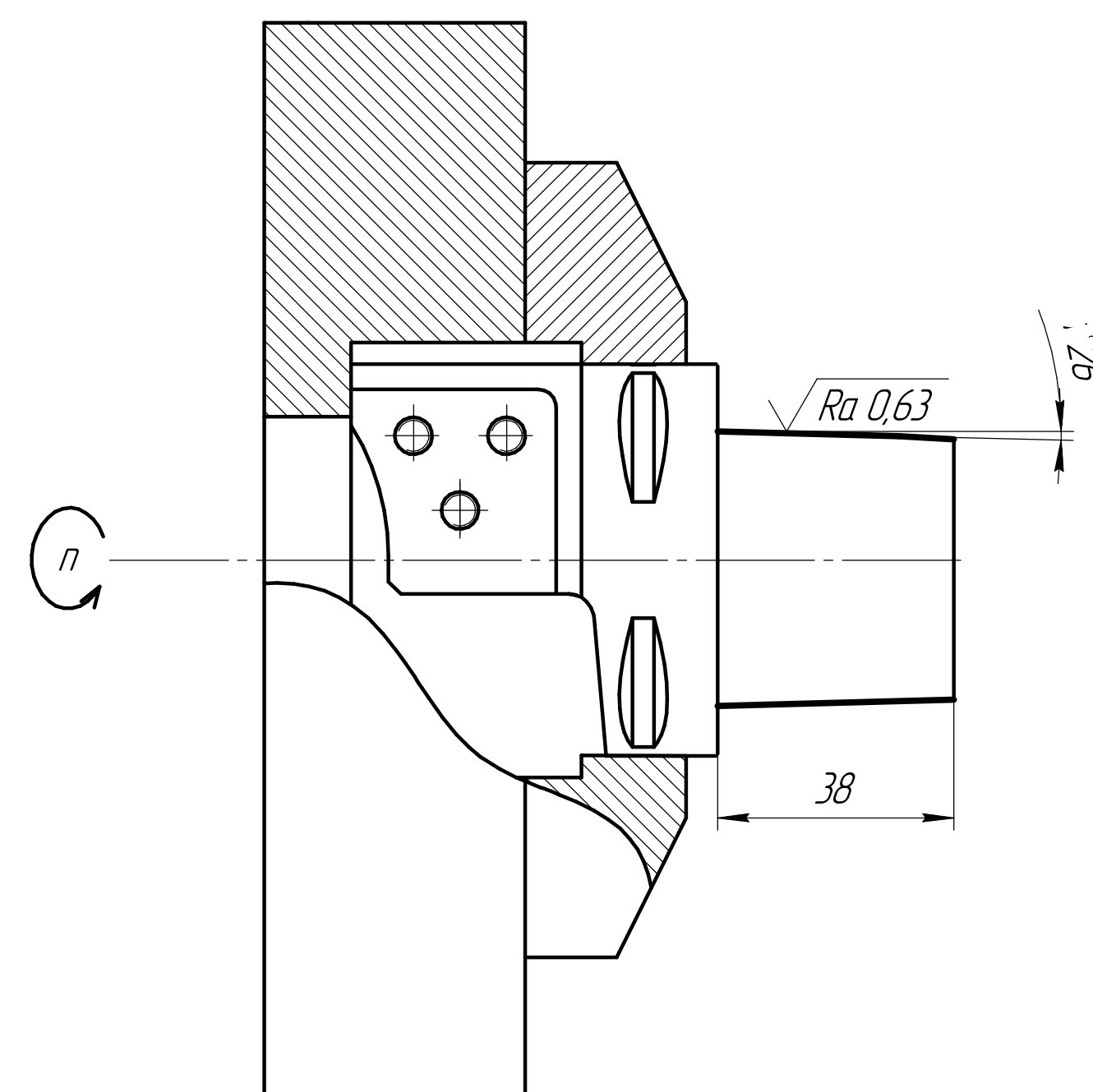




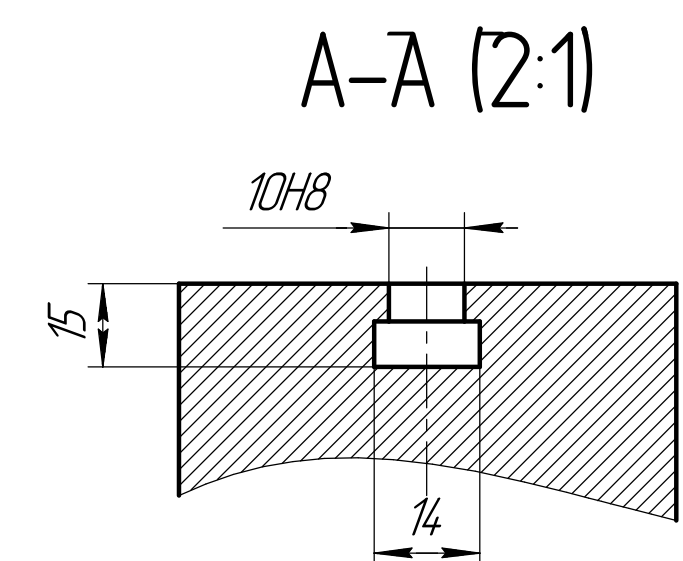
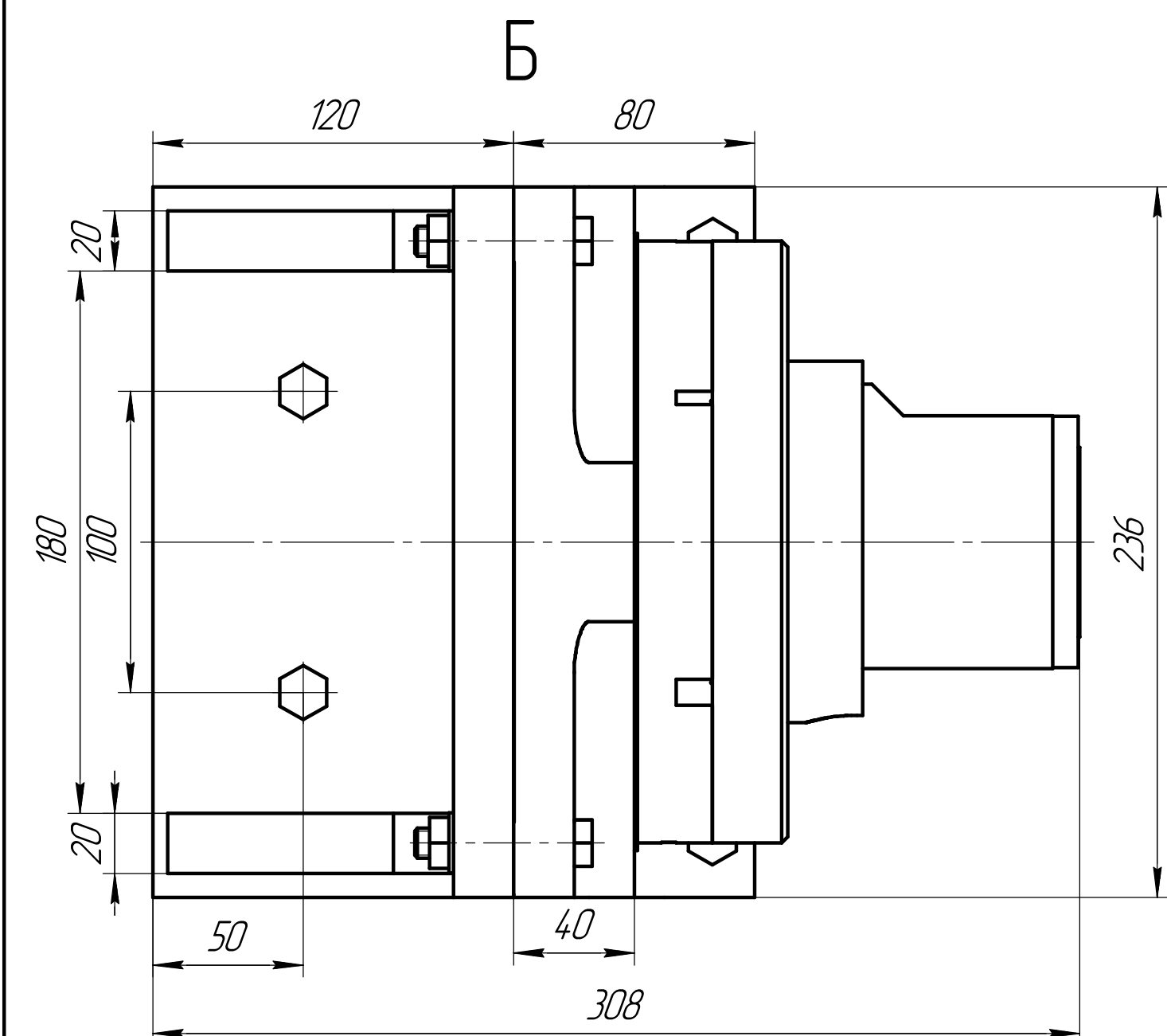
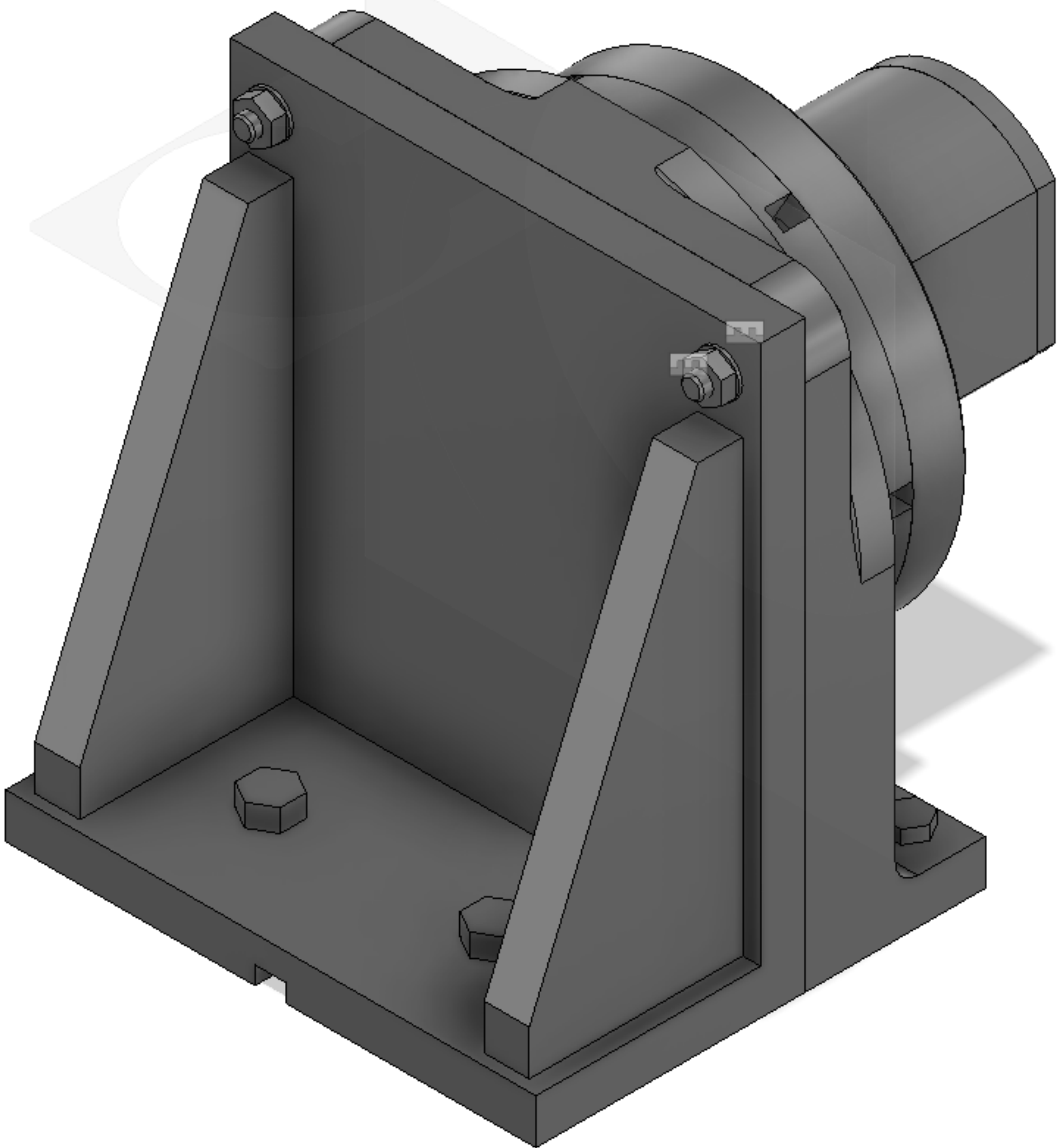
№	Найменування операції	Верстат	Різальний інструмент	t, мм	S м/хв	v _{доп} /хв	V _м /хв	T _{хв}
025	Фрезерна з ЧПК НААС UMC-750		Фреза радіуса TXLN	0.5	0.2	1200	75	5.5
			Фреза кінцева Ø6 ГОСТ 17025-71	2	0.32	1433	55	3.3
			Свердло спіральне Ø5.5 ГОСТ 10903-77	2.75	0.08	2850	60	0.66
			Мітчик М6-7Н	0.5	0.5	200	10	1
			Свердло спіральне Ø8 ГОСТ 10903-77	4	0.16	600	63	0.05
			Свердло твердосплавне Ø4 DSX04.00F05	2	0.19	950	120	0.16
Вих. лист	№ докум.	Підпис	Дата	Графічне зображення технологічного процесу				
Розроб.	Гурин Є.С.							
Перев.	Парченко В.С.							
Т. контр.				<div> <div>Лист</div> <div>Листів</div> </div> <div> <div>НТУУ</div> <div>"КПІ імені Ігоря Сікорського"</div> </div>				
Н. контр.	Попненко В.О.							



№	Наименовання операції	Верстат	Різальний інструмент	l, мм	S, мм/об	v, м/хв	V, м/хв	I, мм
020	Токарна з ЧПК	16K20ФЗ	Свердло спіральне 25 ГОСТ 17903-77	125	0,15	325	29	0,51
			Різець розточний S16QSVUCR/L 11-020	0,5	0,2	1249	3,36	2,3
Вид. лист	№ докум.	Підпис	Дата	Графічне зображення технологічного процесу				
Розроб	Гурин Є.С.							
Перев.	Паренко В.С.							
Т. контр.								
Н. контр.	Паренко В.С.			<div> <div>Лист</div> <div>Листів</div> <div>НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського"</div> </div>				



№	Найменування операції	Верстат	Різальний інструмент	t, мм	S, мм/хв	пода/хв	V, м/с	T, хв
040	Шліфувальна з ЧПК	Шліфувальний верстат з ЧПК EMAG SK204	Шліфувальний круг	0,01	0,03	300		
Взм. лист	№ докум.	Пода	Дата	Графічне зображення технологічного процесу				
Розроб.	Гурин Є.Є.							
Проб.	Паренко В.С.							
Г.контр.								
Н.контр.				НТУУ "КП імені Ігоря Сікорського"				
Утв.	Паренко В.С.							
				Лист	Листів	1		



1. Спосіб встановлення деталі в пристосування – ручний
2. Затиск за допомогою динамометричного ключа
3. Сила затиску 90 Нм

Формат	Знач	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<u>Документація</u>		
				<u>Складальне креслення</u>	1	
				<u>Деталі</u>		
		1		Корпус	1	
		2		Планшайда	1	
		3		Кріпильний фланець	1	
		4		Інструментальний блок	1	
		5		Кутник	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		6		Болт М8 ГОСТ 7808-70	6	
		7		Болт М10 ГОСТ 7808-70	6	
		8		Пазові сухарі ГОСТ 14730-69	6	

Изм.		№ докум.	Подп.	Дата	Стіл горизонтально-вертикальний	Лист	Масса	Масштаб
Разреш.		Горб. С.					34	1:2
Проб.		Парченко В.С.				Лист	Листов	1
Исполн.						ММ "КП им. Гора Скорського"		
Утв.		Парченко В.С.						

Керуюча програма для верстата з ЧПК

Обробка хвостової частини

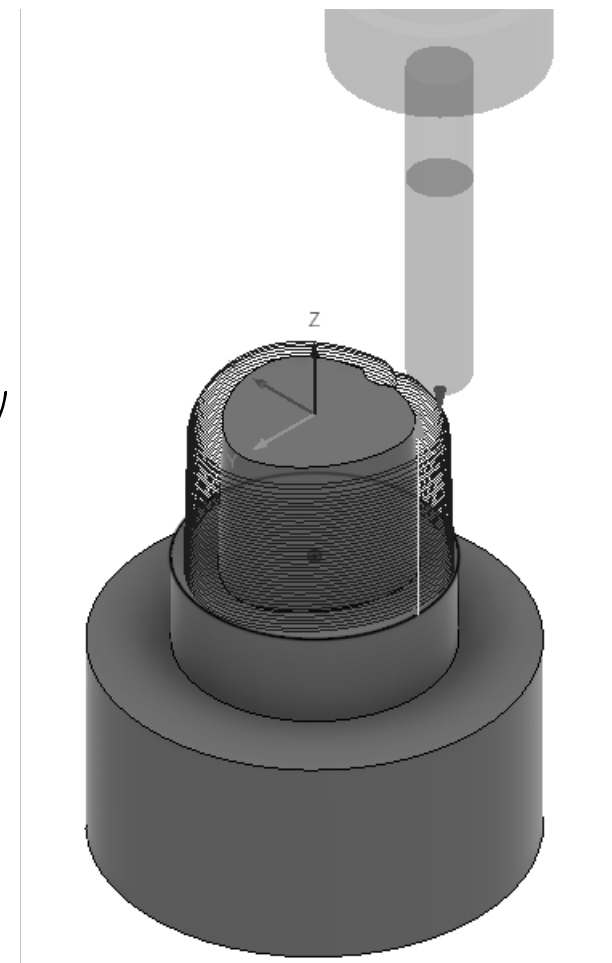
Фрезерування хвостовика

```
%  
O0015  
(T7 D=15 CR=3.75 - ZMIN=-38. - bullnose end mill)  
N10 G90 G94 G17  
N15 G21  
N20 G53 G0 Z0.
```

```
(Ramp1)  
N25 T7 M6  
N30 S3000 M3  
N35 G54  
N40 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N45 G0 B0. C0.  
N50 M8  
N55 G0 X-29.512 Y-9.181  
N60 G43 Z10. H7  
N65 G0 Z0.  
N70 G3 X-27.143 Y-7.743 I0.887 J1.21 F1000.  
N75 G1 X-27.147 Y-7.714  
N80 X-27.189 Y-7.428 Z-0.002  
N85 X-27.226 Y-7.143 Z-0.003  
N90 X-27.261 Y-6.857 Z-0.005  
N95 X-27.291 Y-6.571 Z-0.007
```

```
.....  
N19450 X-29.371 Y-1609  
N19455 G3 X-31835 Y-0.338 I-14.95 J0.125  
N19460 G0 Z10.
```

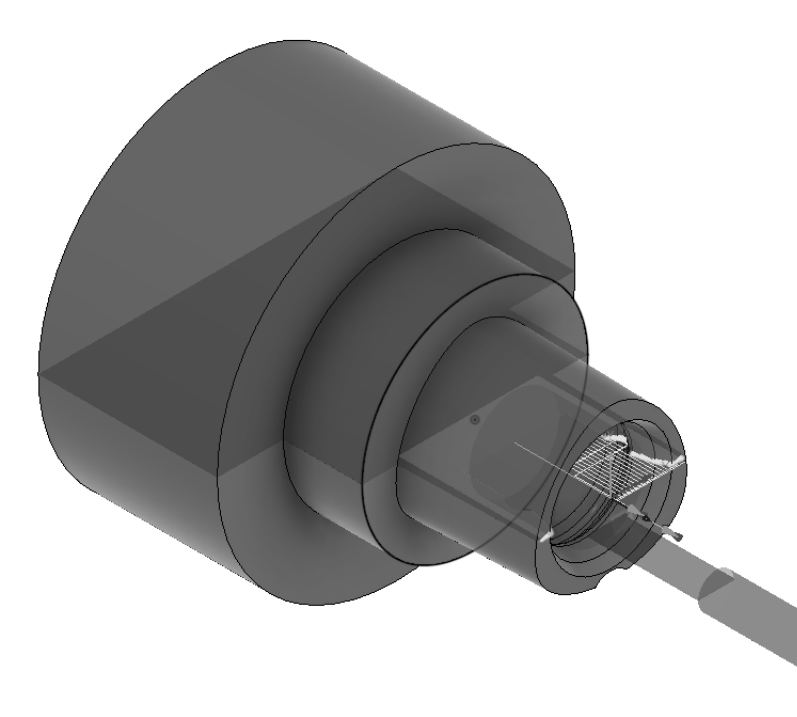
```
N19465 M5  
N19470 M9  
N19475 G53 G0 Z0.  
N19480 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N19485 G28 G91 C0.  
N19490 G90  
N19495 G0 B0. C0.  
N19500 M30  
%
```



Фрезерування хвостовика



Свердління отвору



Розточування отвору з утворенням канавки

Свердління, розточування

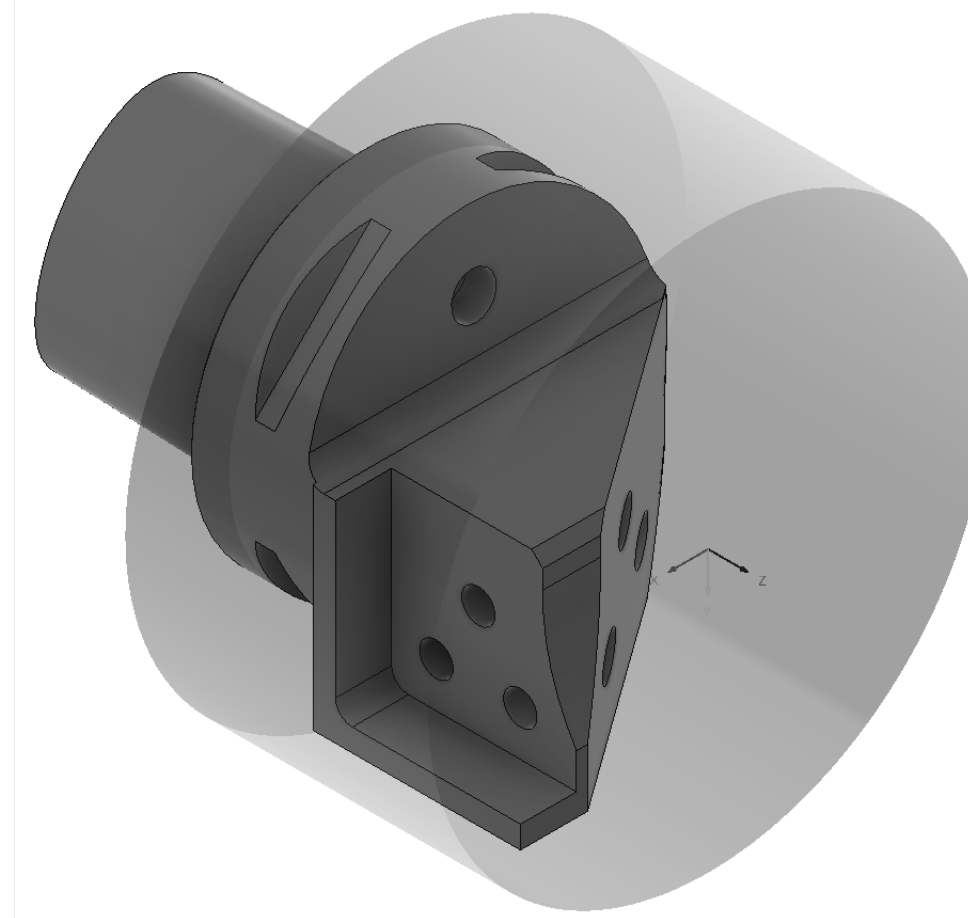
```
%  
O0020  
N10 G98 G18  
N11 G21  
N12 G50 S6000  
N13 M31  
N14 G53 G0 X0.
```

```
(Drill1)  
N15 T101  
N16 G98  
N17 M22  
N18 G97 S2000 M3  
N19 G54  
N20 M8  
N21 G0 X0. Z15.  
N22 G0 Z5.  
N23 G81 X0. Z-27. R2. F333.3333  
N24 G80  
N25 Z15.  
N26 M9  
N27 G53 X0.
```

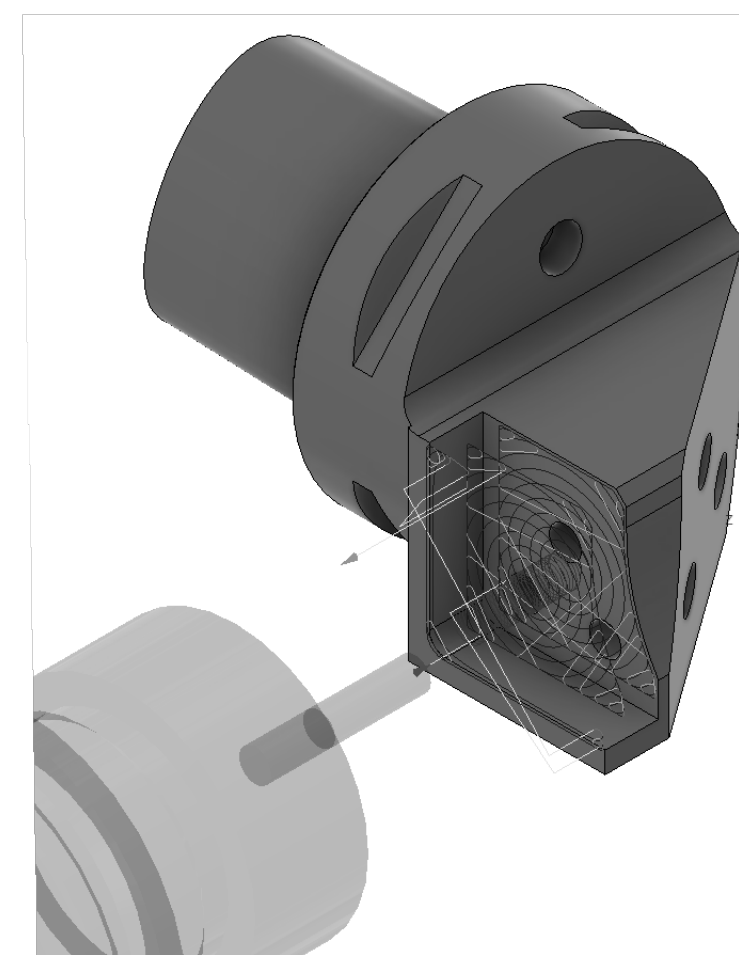
```
(Profile Roughing6)  
N28 M1  
N29 T606  
N30 G99  
N31 M22  
N32 G97 S5000 M3  
N33 G54  
N34 M8  
N35 G0 X0.737 Z5.  
N36 G50 S5000  
N37 G96 S200 M3  
N38 G0 Z15  
N39 X5.737  
N40 G1 Z-26.9 F1.  
N41 X3.737
```

```
.....  
N104 Z-15.334  
N144 X30.493  
N145 G1 X314.93 F1.  
N146 G3 X33.25 Z-12. I-0.622 K-1.365  
N147 G1 Z-12.89  
N148 G3 X32.422 Z-13.924 I-15 K0.  
N149 G1 X314.93 Z-14.412  
N150 X29.493 Z-13.412  
N151 G0 X3.737  
N152 Z15  
N153 X0.737  
N154 Z5.  
N155 G97 S5000 M3
```

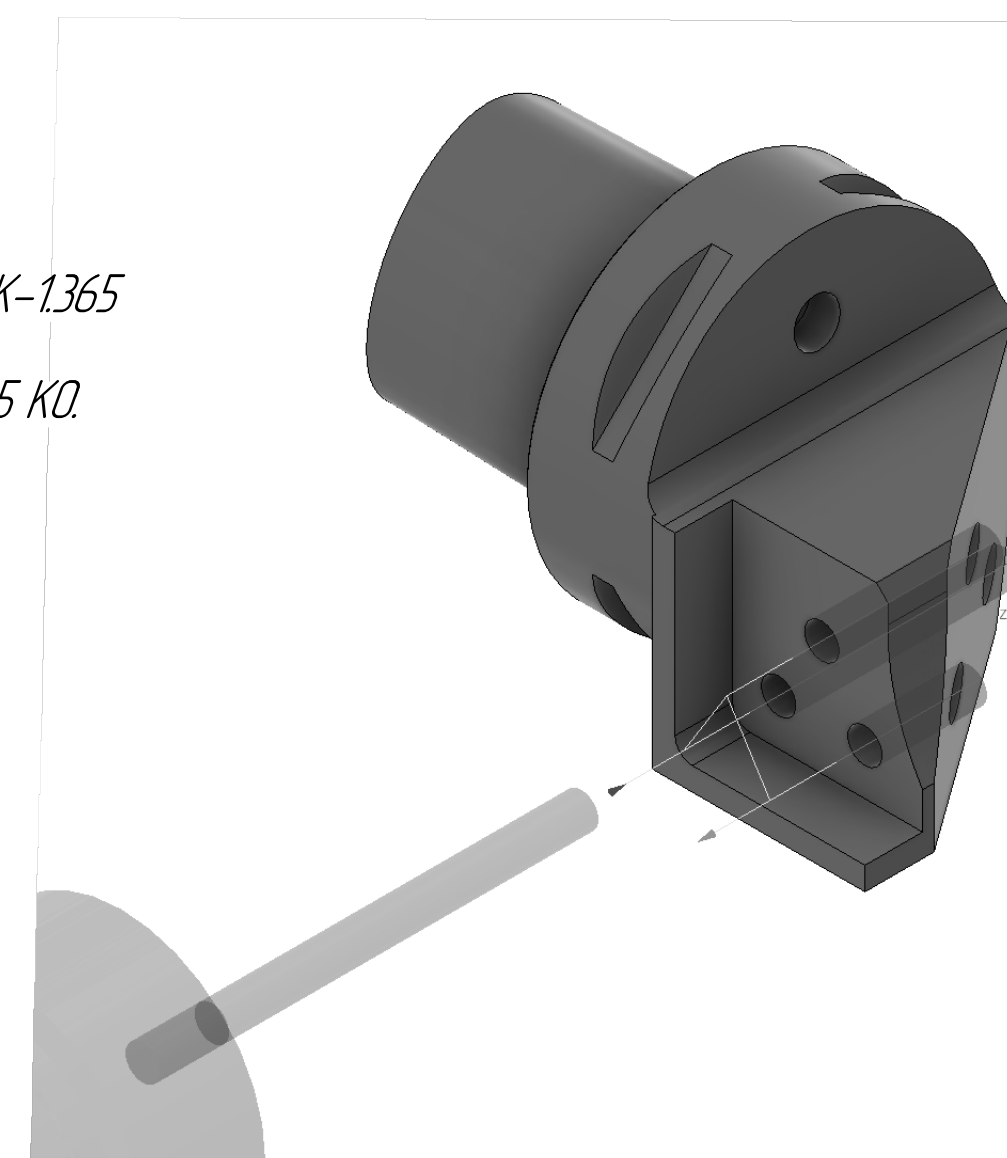
```
N156 M9  
N157 M33  
N158 G53 X0.  
N159 G53 Z0.  
N160 M30  
%
```



Фрезерування робочої частини



Фрезерування пазу під змінні картриджі



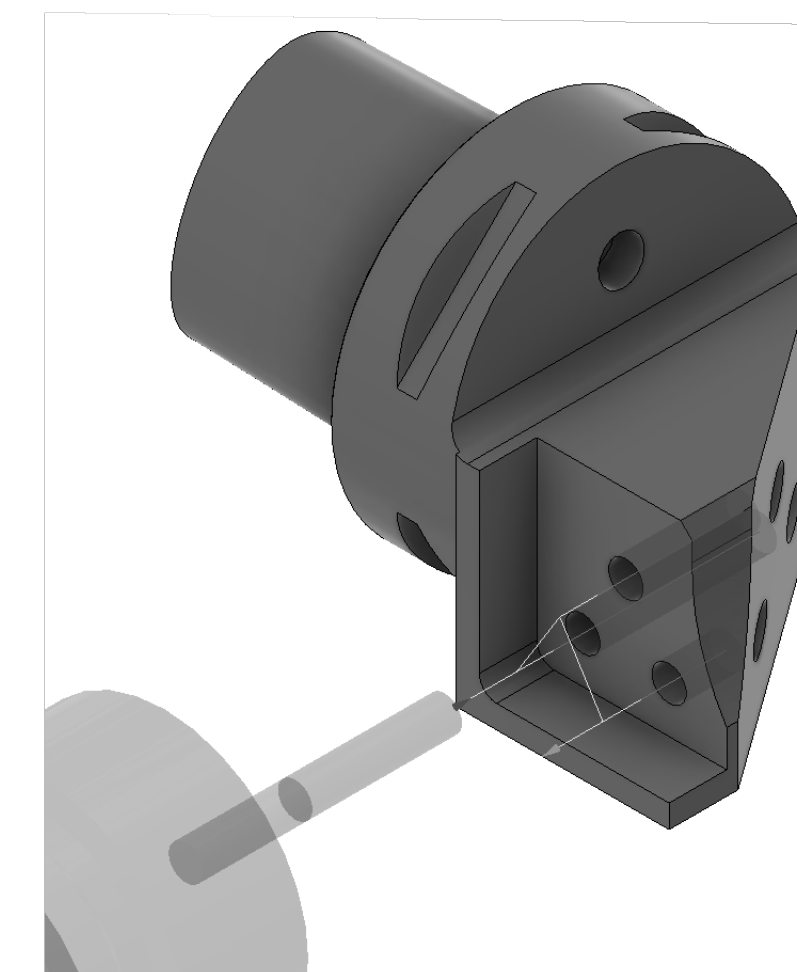
Свердління отворів під різьбу

Обробка робочої частини державки

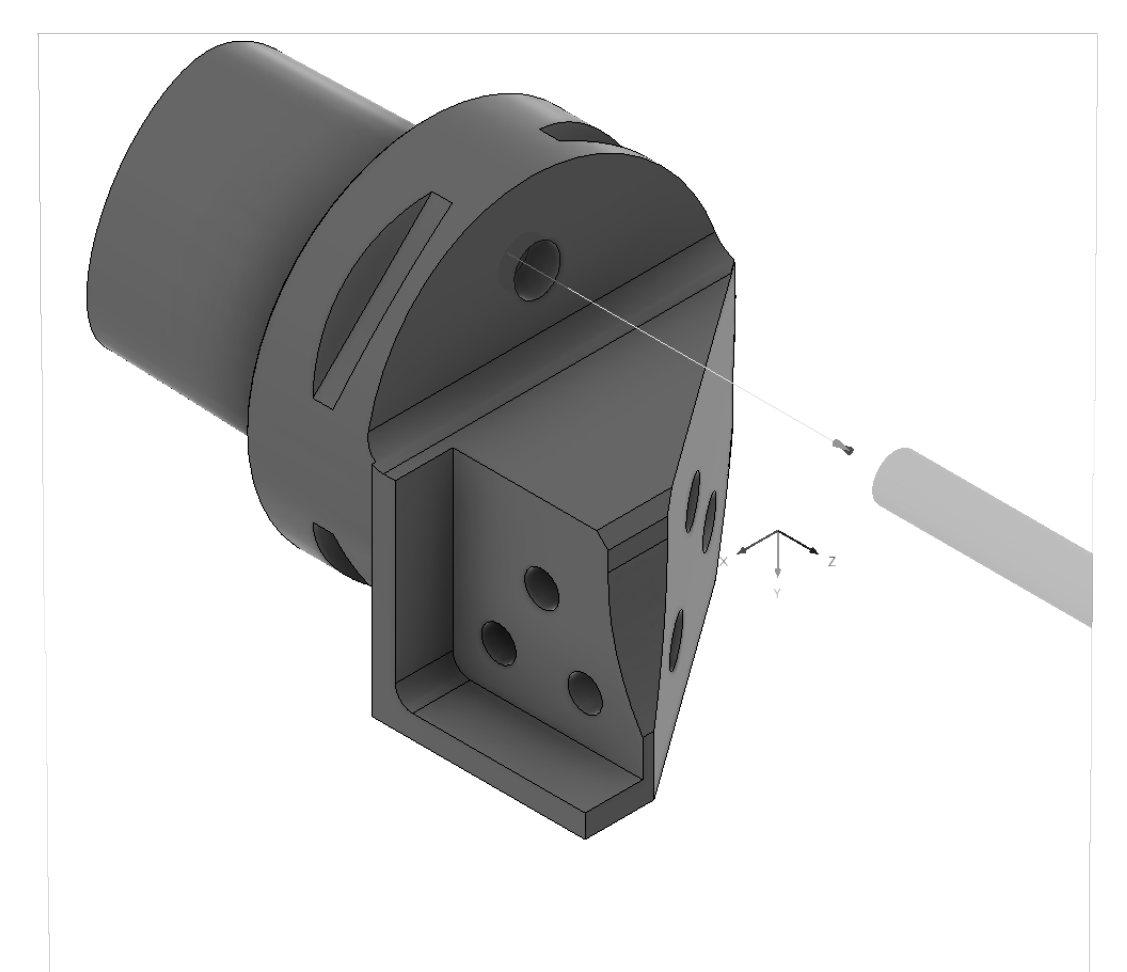
```
:(PGM, NAME="10010")  
; MACHINE  
; VENDOR HAAS  
; DESCRIPTION HAAS WITH AB-AXES  
; T2 D=6 CR=0 - FLAT END MILL  
; T3 D=10 CR=5 - BALL END MILL  
; T4 D=6 CR=0 TAPER=118DEG - DRILL  
; T5 D=6 CR=0 - RIGHT HAND TAP  
; T6 D=8 CR=0 TAPER=118DEG - DRILL  
; G90 G40 G94.  
G17  
G71  
M26  
; ADAPTIVE6  
M26  
; T3 M6  
M26  
; T2  
S5000 M3  
H0  
M10  
M50  
G0 A0. B0.  
M11  
M51  
M8  
G0 X-51.02 Y-29.421  
Z15  
Z5  
Z-8  
G1 Z-9 F1000  
X-51.018 Y-29.413 Z-9.121  
X-51.013 Y-29.392 Z-9.239  
X-51.004 Y-29.358 Z-9.355  
X-50.992 Y-29.31 Z-9.465  
X-50.976 Y-29.249 Z-9.568  
X-50.958 Y-29.177 Z-9.663  
X-50.937 Y-29.094 Z-9.749  
X-50.913 Y-29.002 Z-9.823  
X-50.887 Y-28.902 Z-9.885  
X-50.86 Y-28.795 Z-9.935  
.....
```

```
.....  
X22.425 Y1285 Z-30.479  
X22.516 Y1.29 Z-30.458  
X22.61 Y1.291 Z-30.451  
G0 X50  
G17  
M5  
M26  
; DRILL1  
M9  
M1  
M26  
; T4 M6  
M26  
; T5  
S5000 M3  
H0  
M10  
M50  
G0 A90. B90.  
M11  
M51  
M8  
G0 X48 Y19.75  
Z-27  
G17  
G0 A90. B90.  
M11  
M51  
M8  
G0 X48 Y19.75  
Z-27  
G17  
G0 X38  
X26.5  
G1 X-19.279 F1000  
G0 X38  
Y7.75 Z-19.5  
X26.5  
G1 X-8.889 F1000  
G0 X38  
Y19.75 Z-12  
X26.5  
G1 X1501 F1000  
G0 X38  
X48  
M5  
M26  
.....
```

```
.....  
; DRILL2  
M9  
M1  
M26  
; T5 M6  
M26  
; T6  
S5000 M3  
H0  
M10  
M50  
A90. B90.  
M11  
M51  
M8  
G0 X41 Y19.75  
Z-27  
G17  
G0 X33  
X26.5  
M9  
M26  
M10  
M50  
A0. B0.  
M11  
M51  
G0 X0 Y0  
M30  
M2
```



Нарізання різьби



Свердління каналу під MOP

Аналіз напружено-деформованого стану

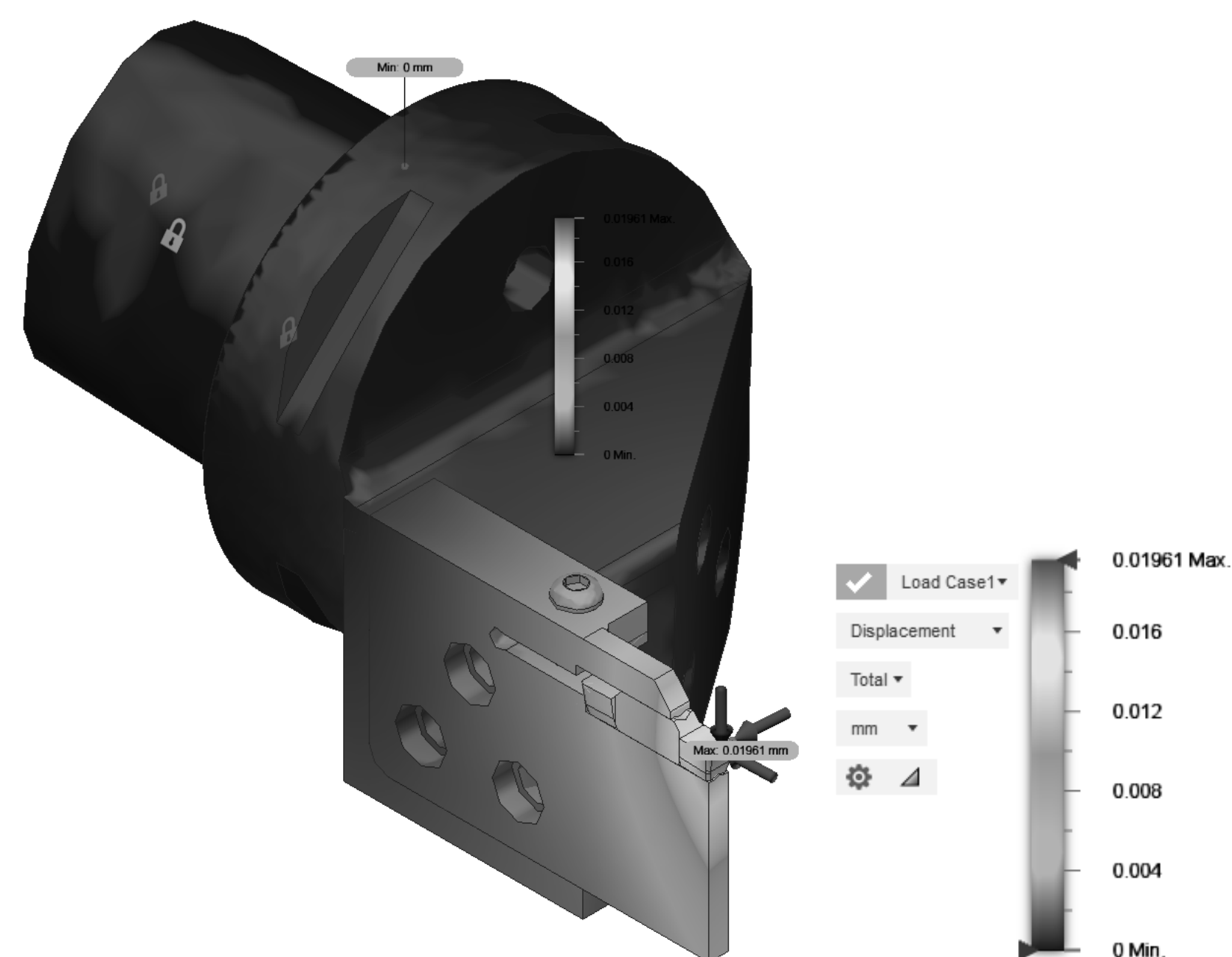
Напруження інструменту



Деформація на розтяг



Деформація на зсув



Результати аналізу

Під час аналізу прикладених сил під час роботи інструменту було виявлено що:

- максимальне значення напруження становить 314,3 мПа та знаходиться в зоні різання інструменту, мінімальне 6.456 мПа, знаходиться в хвостовику.

–максимальна деформація на зсув становить 0,01961 мм.

–максимальна деформація на розтяг становить 0,001784 мм.

Відповідно до отриманих результатів під час проведення напружено-деформованого аналізу можна зробити висновок, що конструкція інструменту витримує навантаження, яке виникає під час обробки на заданих режимах різання.